

# PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

**PCT**

**NOTIFICATION OF ELECTION**

(PCT Rule 61.2)

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 09 November 2000 (09.11.00)	
International application No.: PCT/EP00/01231	Applicant's or agent's file reference: 99P1755P
International filing date: 15 February 2000 (15.02.00)	Priority date: 29 April 1999 (29.04.99)
Applicant: RAAF, Bernhard et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:  
14 July 2000 (14.07.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer:  J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>99P1755P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 01231</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>15/02/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>29/04/1999</b>
Anmelder  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 5

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung wird wie folgt geändert:

Zeile 3: nach "Signalteilfolgen" ist "( (Golay-Sequenzen) )" einzufügen.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04J13/00 H04L7/04 H04B1/707 H04B7/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

# B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H04J H04L H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

# C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 96 39749 A (SCOTT LOGAN; OMNIPPOINT CORP (US)) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) Zusammenfassung Seite 7, Zeile 33 -Seite 8, Spalte 5 Seite 84, Zeile 1 - Zeile 23 ---	1-37
Y	SRDJAN BUDISIN: "GOLAY COMPLEMENTARY SEQUENCES ARE SUPERIOR TO PN SEQUENCES" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS ENGINEERING, US, NEW YORK, IEEE, Bd. -, 1992, Seiten 101-104, XP000319401 ISBN: 0-7803-0734-8 Zusammenfassung Teile 1, 6 und 7 --- -/--	1-37

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juni 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chauvet, C



C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>BUDISIN S Z: "NEW COMPLEMENTARY PAIRS OF SEQUENCES"</p> <p>ELECTRONICS LETTERS,GB,IEE STEVENAGE, Bd. 26, Nr. 13, 21. Juni 1990 (1990-06-21), Seiten 881-883, XP000107922 ISSN: 0013-5194 das ganze Dokument</p> <p>---</p>	1-37
A	<p>MASKARA S L ET AL: "CONCATENATED SEQUENCES FOR SPREAD SPECTRUM SYSTEMS"</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON AEROSPACE AND ELECTRONIC SYSTEMS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. AES-17, Nr. 3, Mai 1981 (1981-05), Seiten 342-350, XP000791008 ISSN: 0018-9251 Zusammenfassung Teil II</p> <p>---</p>	1-37
E	<p>WO 00 14915 A (RAAF BERNHARD; MICHEL JUERGEN (DE); SIEMENS AG (DE)) 16. März 2000 (2000-03-16) das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	37

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen die anderen Ansprüche nicht neu nummeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu nummerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

##### Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19 (1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:  
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:  
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:  
Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:  
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amtes sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9639749 A	12-12-1996	US 5959980 A	28-09-1999
		US 5802046 A	01-09-1998
		US 5745484 A	28-04-1998
		US 5689502 A	18-11-1997
		AU 6025796 A	24-12-1996
		BR 9608548 A	06-07-1999
		CA 2223321 A	12-12-1996
		CN 1192300 A	02-09-1998
		EP 0873593 A	28-10-1998
		US 5987079 A	16-11-1999
		US 6049538 A	11-04-2000
WO 0014915 A	16-03-2000	AU 1030700 A	27-03-2000

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES  
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS  
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

An  
SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
GERMANY

ZT GG VM Mch P/Ri

Eing. 27. Juni 2000

GR  
Frist

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 21/06/2000

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
99P1755P

WEITERES VORGEHEN siehe Punkte 1 und 4 unten


Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 00/01231

Internationales Anmeldedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 15/02/2000

Anmelder  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.  
**Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:**  
Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):  
  
**Bis wann sind Änderungen einzureichen?**  
Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.  
  
**Wo sind Änderungen einzureichen?**  
Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,  
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35  
  
Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.
2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.
3. ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß  
☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsbüros dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.  
☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.
4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:  
Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90<sup>bis</sup> bzw. 90<sup>ter</sup> 3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.  
Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.  
Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsbüros vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Grace Casuga

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

SIEMENS AG  
Postfach 22 16 34  
D-80506 München  
ALLEMAGNE

CT IPS AM Mch P/R

Eing. 07. Aug. 2001

GR  
Frist

21.08.01

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

06.08.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
1999P 01755 WO

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP00/01231

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
15/02/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
29/04/1999

Anmelder

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

*Übersetzung in nationale Phase  
nach Absprache mit Raab  
29.08.01*

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde

Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Le Nadan, M

Tel. +49 89 2399-2350



Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 99P1755P	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/01231	International filing date (day/month/year) 15 February 2000 (15.02.00)	Priority date (day/month/year) 29 April 1999 (29.04.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04J 13/00, H04L 7/04, H04B 1/707, 7/26		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 10 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 37 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☒ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 14 July 2000 (14.07.00)	Date of completion of this report 06 August 2001 (06.08.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/01231

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☒ the description: \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 1-31, filed with the letter of 12 June 2001 (12.06.2001)
- ☒ the claims: \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 1-15, filed with the letter of 12 June 2001 (12.06.2001)
- ☒ the drawings: \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages 1/11-11/11  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description: \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/01231

## III. Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

1. The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

- ☐ the entire international application.
- ☒ claims Nos. 13

because:

- ☐ the said international application, or the said claims Nos. \_\_\_\_\_  
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

- ☒ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. 13  
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

See supplemental sheet

- ☐ the claims, or said claims Nos. \_\_\_\_\_ are so inadequately supported  
by the description that no meaningful opinion could be formed.
- ☐ no international search report has been established for said claims Nos. \_\_\_\_\_

2. A meaningful international preliminary examination cannot be carried out due to the failure of the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions:

- ☐ the written form has not been furnished or does not comply with the standard.
- ☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the standard.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/EP00/01231

**VI. Certain documents cited****1. Certain published documents (Rule 70.10)**Application No.  
Patent No.Publication date  
(day/month/year)Filing date  
(day/month/year)Priority date (valid claim)  
(day/month/year)**2. Non-written disclosures (Rule 70.9)**Kind of non-written disclosureDate of non-written disclosure  
(day/month/year)Date of written disclosure  
referring to non-written disclosure  
(day/month/year)

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: III

1. Independent Claim 13 is so unclear (PCT Article 6) that no meaningful opinion can be formed (PCT Article 34(4)(a)(ii)). The following defects concerning clarity have been noted in this claim:
  - 1.1 Claim 13 does not meet the requirement of PCT Article 6 in conjunction with PCT Rule 6.3(b), that each independent claim should contain all the technical features that are essential for defining the invention. In this case, Claim 13 lacks the technical features which, according to the description and the applicant's arguments in the letter of 12 June 2001, are necessary for solving the stated problem.
  - 1.2 Since these essential features of the invention have already been claimed as a method in Claim 1, and since the additional features of Claim 13 already appear in dependent Claim 2, the claims are not concise owing to the unnecessary presence of Claim 13 (PCT Article 6). Therefore the claims as a whole lack clarity since, owing to the number of independent claims, it is difficult, if not impossible, to determine the subject matter for which protection is sought and hence it is unreasonably difficult for third parties to establish the scope of protection.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 00/01231**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1 - 12, 14 - 15	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1 - 12, 14 - 15	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1 - 12, 14 - 15	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

Reference is made to the following documents:

- D1: WO-A-96/39749 (SCOTT LOGAN; OMNIPOINT CORP (US))  
12 December 1996 (1996-12-12)
- D2: SRDJAN BUDISIN: 'GOLAY COMPLEMENTARY SEQUENCES ARE  
SUPERIOR TO PN SEQUENCES' PROCEEDINGS OF THE  
INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS ENGINEERING, US,  
NEW YORK, IEEE, Vol.-, 1992, pages 101-104,  
XP000319401 ISBN: 0-7803-0734-8
- D3: BUDISIN S Z: 'NEW COMPLEMENTARY PARIS OF SEQUENCES'  
ELECTRONICS LETTERS, GB, IEE STEVENAGE, Vol. 26, No.  
13, 21 June 1990 (1990-06-21), pages 881-883,  
XP000107922 ISSN: 0013-5194.

1. In order to be able to assess the subject matter of the claims with respect to novelty and inventive step, the claims will be interpreted below as though the objections concerning clarity raised in Box VIII of this report had been dispelled by appropriate amendment. The following comments are made on the basis of this interpretation.

2. The present application concerns a method (Claim 1) of synchronizing a base station and a mobile station, as well as the base station (Claim 14) and the mobile station (Claim 15) in which the method is applied. The **object** of the invention is to enable the desired synchronization to be carried out reliably and economically.

3. **D1** discloses the transmitting of a synchronization sequence ("preamble") between a sequence-forming transmission unit ("base station") and a sequence-determining receiver unit ("user station"). Two signal part sequences of different lengths are used ("Barker-4" and "Minimum Peak Sidelobe-28"). The resultant signal sequence (see, e.g., page 84, lines 1 to 23) is a repetition of a signal part sequence which is modulated by the other signal part sequence ("the resultant preamble can be thought of as an MPS28 code wherein each "chip" is in actuality a B4 sequence"). In **D1** the signal sequence is determined on the basis of correlation sums ("correlation processing"), part correlation sum sequences being calculated (with a B4 "matched filter") and a correlation sum being computed on the basis of the part correlation sum sequences (with an MPS28 "matched filter").

**D2** discloses the use of Golay sequences as (improved) alternatives to PN sequences (which are usually used for "Spread Spectrum" transmissions, as in **D1**), with special emphasis on the good correlation features of the Golay sequences which make these sequences particularly easy to form and determine.

Moreover, D3 teaches the rules that are essential for the recursive formation of pairs of complementary Golay sequences, the sequences being generated by means of the Kronecker delta function and permutations and unit sizes.

4. The subject matter of the claimed synchronization method according to the application differs from the disclosure in D1 by the choice of sequence and part sequence lengths and in that at least a signal part sequence is a Golay sequence which is formed according to a particular relation and on the basis of a predetermined amount of permutation unit size pairs. The calculation of correlation sums is simplified by the features of the Golay sequences and the resultant determination of signal sequences by means of the reception signal sequence is made correspondingly easier.
5. Although a person skilled in the art seeking ways of improving the efficiency of the D1 technique, for example by reducing the degree of complexity necessary for calculation purposes, would arrive both at the disclosure in D2, which proposes Golay sequences as (improved) alternatives to PN sequences (which are usually used for "Spread Spectrum" transmissions, as in D1) in particular owing to their good correlation features which make these sequences particularly easy to form and determine, and at the detailed teaching of D3 concerning the relations for forming such Golay sequences, further steps would be necessary in order to arrive at the claimed subject matter, that is, the following:
  - i) combination of the documents;
  - ii) selection of part sequences of equal length

$n_1=n_2=16$  (which results in a signal sequence of the length  $n=256$ ); and  
iii) selection of a part amount from the mathematically possible permutation unit size pairs.

Therefore this series of visibly simple steps can be regarded as an indication of the fact that prior knowledge of the desired subject matter of the invention would have been necessary in order to arrive at the combination of features in Claim 1 on the basis of the citations. Therefore it can be accepted that the **invention** is not so obvious as might first appear (PCT Guidelines IV-8.9).

6. Therefore the subject matter of Claim 1 (method) and that of the corresponding independent Claims 14 (base station) and 15 (mobile station) can be recognized as involving an inventive step. The same applies to dependent Claims 2 to 12 which are directed to further details for carrying out the method as per Claim 1.

Therefore the present application meets the requirements of PCT Article 33(1).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 00/01231

**Supplemental Box**  
(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: VI

1. Even if the priority of the present application were definitely valid, the relevance of the above citation to the examination in the regional/national phase should be taken into account in order that certain aspects (such as novelty, for example) concerning particular requirements (e.g. EPC Article 54(3)) can be assessed at least in many of the designated States (e.g. in the designated States which the above-mentioned patent application also designates Member States of the European Patent Convention).



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01231

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Pursuant to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description should also cite D3 in addition to D1 and D2; apart from citing these documents, the appropriate prior art in these three documents which is relevant to the present application should be briefly outlined (PCT Rule 5.1(a)(iii) and PCT Guidelines II-4.6).

## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. Independent Claims 1 and 15 do not meet the requirement of PCT Article 6 in conjunction with PCT Rule 6.3(b) that every independent claim should contain all the technical features necessary for defining the invention.
  - 1.1 The description (e.g. page 3, lines 23 to 25 and lines 27 to 30) indicates that the use of an Efficient Golay Correlator ECG is necessary for determining a signal sequence formed according to the invention in a reception signal sequence in order to calculate at least a part correlation sum or at least a part correlation sum sequence  $TS(z)$  and in order to calculate at least a correlation sum from the part correlation sum sequence  $TS(z)$ .
  - 1.2 Therefore, independent Claim 1 should also have included the corresponding features necessary for determining signal sequences of this nature and concerning the calculation of a correlation sum or part correlation sum as per Claims 5 and 6 and the first part of Claims 7 and 9 as well as according to Claim 11. Corresponding features in the device category should likewise have been included in independent Claim 15 in order to define the claimed mobile station and its essential determining function.
  - 1.3 Claims 1 and 15 should therefore be amended such that they each completely define the invention additionally by means of the above features

## VIII. Certain observations on the international application

concerning the determining of a signal sequence.

2. Furthermore, the claims should also be revised in order to avoid the presence of non-restrictive features and render the scope of protection clearly discernible (PCT Article 6 and PCT Guidelines III-4.1). Therefore expressions which are formulated as optional features (e.g. expressions such as, e.g. "can be formed") and therefore do not allow the scope of protection to be clearly discerned should be replaced by more precise terms (i.e. restrictive terms such as "are formed", e.g.).

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P 01755 WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01231	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 15/02/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 29/04/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04J13/00		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 10 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 37 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☒ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☒ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  14/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  06.08.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Aullo Navarro, A  Tel. Nr. +49 89 2399 2267  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-31                      eingegangen am                      12/06/2001    mit Schreiben vom                      12/06/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-15                      eingegangen am                      12/06/2001    mit Schreiben vom                      12/06/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/11-11/11                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**III. Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit**

1. Folgende Teile der Anmeldung wurden nicht daraufhin geprüft, ob die beanspruchte Erfindung als neu, auf erfinderischer Tätigkeit beruhend (nicht offensichtlich) und gewerblich anwendbar anzusehen ist:

- ☐ die gesamte internationale Anmeldung.  
☒ Ansprüche Nr. 13.

Begründung:

- ☐ Die gesamte internationale Anmeldung, bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. beziehen sich auf den nachstehenden Gegenstand, für den keine internationale vorläufige Prüfung durchgeführt werden braucht (*genaue Angaben*):
- ☒ Die Beschreibung, die Ansprüche oder die Zeichnungen (*machen Sie hierzu nachstehend genaue Angaben*) oder die obengenannten Ansprüche Nr. 13 sind so unklar, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte (*genaue Angaben*):  
**siehe Beiblatt**
- ☐ Die Ansprüche bzw. die obengenannten Ansprüche Nr. sind so unzureichend durch die Beschreibung gestützt, daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte.
- ☐ Für die obengenannten Ansprüche Nr. wurde kein internationaler Recherchenbericht erstellt.
2. Eine sinnvolle internationale vorläufige Prüfung kann nicht durchgeführt werden, weil das Protokoll der Nukleotid- und/oder Aminosäuresequenzen nicht dem in Anlage C der Verwaltungsvorschriften vorgeschriebenen Standard entspricht:
- ☐ Die schriftliche Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.
- ☐ Die computerlesbare Form wurde nicht eingereicht bzw. entspricht nicht dem Standard.

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-12, 14-15
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-12, 15-16
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-12, 15-16
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen  
siehe Beiblatt**

**VI. Bestimmte angeführte Unterlagen**

**1. Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)**

und / oder

**2. Nicht-schriftliche Offenbarungen (Regel 70.9)**

**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
**siehe Beiblatt**

### **III. Keine Erstellung eines Gutachtens:**

1. Der unabhängige Anspruch 13 ist so unklar (Artikel 6 PCT), daß kein sinnvolles Gutachten erstellt werden konnte (Artikel 34(4)(a)(ii) PCT). Die folgenden Klarheitsprobleme wurden bei Anspruch 13 festgestellt:
  - 1.1 Der Anspruch 13 entspricht nicht dem Erfordernis des Artikels 6 PCT in Verbindung mit Regel 6.3 b) PCT, daß jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muß, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind. Dabei fehlen die technischen Merkmale, die gemäß der Beschreibung sowie gemäß den Argumenten der Anmelderin in dem Schreiben vom 12.06.2001 für die Lösung der zugrundeliegenden Aufgabe notwendig sind.
  - 1.2 Da diese wesentlichen Merkmale der Erfindung schon im Anspruch 1 als Verfahren beansprucht werden, und da die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 13 schon im abhängigen Anspruch 2 zu finden sind, sind die Ansprüche aufgrund der redundanten Präsenz von Anspruch 13 nicht knapp gefaßt (Artikel 6 PCT). Daher mangelt es den Ansprüchen insgesamt an Klarheit, da es aufgrund der Vielzahl unabhängiger Ansprüche schwierig, wenn nicht unmöglich ist, den Gegenstand des Schutzbegehrens zu ermitteln, und damit Dritten die Feststellung des Schutzzumfangs in unzumutbarer Weise erschwert wird.

---

### **V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) PCT:**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: WO 96 39749 A (SCOTT LOGAN; OMNIPOINT CORP (US)) 12. Dezember 1996 (1996-12-12)
- D2: SRDJAN BUDISIN: 'GOLAY COMPLEMENTARY SEQUENCES ARE SUPERIOR TO PN SEQUENCES' PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS ENGINEERING, US, NEW YORK, IEEE, Bd. -, 1992, Seiten 101-104, XP000319401 ISBN: 0-7803-0734-8



D3: BUDISIN S Z: 'NEW COMPLEMENTARY PAIRS OF SEQUENCES'  
ELECTRONICS LETTERS, GB, IEE STEVENAGE, Bd. 26, Nr. 13, 21. Juni  
1990 (1990-06-21), Seiten 881-883, XP000107922 ISSN: 0013-5194

1. Um eine Beurteilung des Gegenstands der Ansprüche im Hinblick auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit machen zu können, werden in der Folge die Ansprüche so interpretiert, als wären die im Teil VIII dieses Berichts erhobenen Beanstandungen bezüglich der Klarheit durch entsprechende Änderungen überwunden worden. Auf der Basis dieser Interpretation werden folgende Kommentare dargelegt.
2. Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren (Anspruch 1) zur Synchronisation einer Basisstation mit einer Mobilstation, sowie die Basisstation (Anspruch 14) und die Mobilstation (Anspruch 15) in denen das Verfahren verwendet wird. Dabei stellt sich die **Aufgabe**, die gewünschte Synchronisation zuverlässig und aufwandsgünstig zu ermöglichen.
3. Aus dem Dokument **D1** ist bekannt, eine Synchronisationsfolge ("preamble") zwischen einer folgenbildenden Sendeeinheit ("base station") und einer folgenermittelnden Empfangseinheit ("user station") zu übertragen. Dabei werden zwei Signalteilstfolgen unterschiedlicher Länge verwendet ("Barker-4" und "Minimum Peak Sidelobe-28"). Die resultierende Signalfolge (siehe z.B. Seite 84, Zeilen 1-23) stellt eine Wiederholung einer Signalteilstfolge dar, die dabei mit der anderen Signalteilstfolge moduliert wird ("the resultant preamble can be thought of as an MPS28 code wherein each "chip" is in actuality a B4 sequence"). Die Ermittlung der Signalfolge wird in D1 auf der Basis von Korrelationssummen ("correlation processing") durchgeführt, wobei Teilkorrelationssummenfolgen (mit einem B4-"matched filter") berechnet werden und eine Korrelationssumme auf der Basis der Teilkorrelationssummenfolgen (mit einem MPS28-"matched filter") berechnet wird.

**D2** offenbart die Verwendung von Golaysequenzen als (verbesserten) Alternativen zu PN-Sequenzen (die üblicherweise für "Spread Spectrum"-Übertragungen wie in **D1** verwendet werden) vorgeschlagen werden, mit besonderer Betonung auf die guten Korrelationsmerkmale der Golaysequenzen, welche die Bildung und Ermittlung dieser Sequenzen besonders leicht machen.

Darüber hinaus lehrt **D3** die Regeln, die für die rekursive Bildung von Paaren komplementärer Golaysequenzen wesentlich sind. Dabei werden die Sequenzen anhand der Kroneckerschen Deltafunktion sowie Permutationen und Einheitsgrößen generiert.

4. Der Gegenstand des beanspruchten Synchronisationsverfahrens gemäß der Anmeldung unterscheidet sich von der Offenbarung in **D1** durch die Auswahl der Längen der Sequenzen und Teilsequenzen sowie dadurch, daß zumindest eine Signalteilfolge eine Golaysequenz ist, welche nach einer bestimmten Beziehung und anhand einer vorgegebenen Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren gebildet wird. Dabei wird die Berechnung von Korrelationssummen durch die Merkmale der Golaysequenzen vereinfacht und die resultierende Ermittlung von Signalfolgen anhand der Empfangssignalfolge dementsprechend leichter gemacht.
5. Obwohl ein Fachmann auf der Suche nach Möglichkeiten, die Leistungsfähigkeit der aus **D1** bekannten Technik etwa durch Verringerung der dafür notwendigen Berechnungskomplexität zu verbessern, sowohl an die Offenbarung von **D2**, wo Golaysequenzen besonders aufgrund ihrer guten Korrelationsmerkmale, welche die Bildung und Ermittlung dieser Sequenzen besonders leicht machen, als (verbesserte) Alternativen zu PN-Sequenzen (die üblicherweise für "Spread Spectrum"-Übertragungen wie in **D1** verwendet werden) vorgeschlagen werden, als auch auf die detaillierte Lehre von **D3** bezüglich der Beziehungen für die Bildung von solchen Golaysequenzen gelangen würde, wären weitere Schritte notwendig, um an den beanspruchten Gegenstand zu gelangen, nämlich die folgenden:
  - i) Kombination der Dokumente;

- ii) Auswahl von Teilsequenzen der gleichen Länge  $n_1=n_2=16$  (welche eine Signalfolge der Länge  $n=256$  ergeben): und
- iii) Auswahl einer Teilmenge unter den mathematisch möglichen Permutation-Einheitgrößen-Paaren.

Daher kann diese Reihe sichtlich einfacher Schritte als Zeichen dafür angesehen werden, daß Kenntnis des erwünschten Gegenstands der Erfindung im Voraus notwendig wäre, um Anhand der zitierten Dokumente an die Merkmalskombination des Anspruchs 1 zu gelangen. Folglich kann akzeptiert werden, daß die **Erfindung** nicht so naheliegt, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte (PCT Richtlinien IV-8.9).

6. Deshalb ist im Gegenstand des Anspruchs 1 (Verfahren), sowie im Gegenstand der entsprechenden, unabhängigen Ansprüchen 14 (Basisstation) und 15 (Mobilstation) eine erfinderische Tätigkeit anerkannt. Dasselbe gilt für die abhängigen Ansprüche 2 bis 12, die auf weitere Ausführungsdetails des Verfahrens gemäß dem Anspruch 1 gerichtet sind.

Die vorliegende Anmeldung erfüllt somit die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT.

---

#### VI. Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10 PCT):

Anmelde Nr. Patent Nr.	Veröffentlichungsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
WO-A-00 14915	16.03.00	02.09.99	19.02.99

1. Selbst wenn die Priorität der vorliegenden Anmeldung unzweifelhaft gültig ist, sollte die Relevanz der obengenannten Entgegenhaltung für die Prüfung in der regionalen/nationalen Phase berücksichtigt werden, damit gewisse Aspekte (wie z.B. Neuheit) bezüglich besonderer Erfordernisse (z.B. Artikel 54(3) EPÜ) in wenigstens manchen der benannten Staaten abgewogen werden können (z.B. in den benannten Staaten, welche auch in der obengenannten Patentanmeldung als Mitgliedstaaten des Europäischen Patentübereinkommens benannt wurden).

**VII. Bestimmte Mängel:**

1. Um die Erfordernisse der Regel 5.1(a)(ii) PCT zu erfüllen, wäre neben den Dokumenten D1 und D2 auch das Dokument D3 in der Beschreibung zu nennen gewesen; außer ihrer Nennung hätte der in diesen drei Dokumenten enthaltene einschlägige, für die vorliegende Anmeldung relevante Stand der Technik kurz umrissen werden sollen (Regel 5.1(a)(iii) PCT und PCT Richtlinien II-4.6).
- 

**VIII. Bestimmte Bemerkungen:**

1. Die unabhängigen Ansprüche 1 und 15 entsprechen nicht dem Erfordernis des Artikels 6 PCT in Verbindung mit Regel 6.3 b) PCT, daß jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muß, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind.
  - 1.1 Aus der Beschreibung (z.B. aus Seite 3, Zeilen 23-25 und Zeilen 27-30) geht hervor, daß für die Ermittlung einer erfindungsgemäß gebildeten Signalfolge in einer Empfangssignalfolge die Verwendung von einem Efficient Golay Correlator EGC zur Berechnung zumindest einer Teilkorrelationssumme oder zumindest einer Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  und zur Berechnung zumindest einer Korrelationssumme aus der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  erforderlich ist.
  - 1.2 Aus diesen Gründen hätten auch die entsprechenden, für die Ermittlung derartiger Signalfolgen notwendigen Merkmale bezüglich der Berechnung einer Korrelationssumme bzw. einer Teilkorrelationssumme gemäß den Ansprüchen 5 und 6 und dem ersten Absatz der Ansprüche 7 und 9 sowie gemäß dem Anspruch 11 in den unabhängigen Anspruch 1 aufgenommen werden sollen. Entsprechende Merkmale in der Kategorie Vorrichtung hätten ebenfalls in den unabhängigen Anspruch 15 aufgenommen werden sollen, um die beanspruchte Mobilstation und ihre wesentliche Ermittlungsfunktion zu definieren.

- 1.3 Die Ansprüche 1 und 15 wären daher so zu ändern gewesen, daß sie jeweils die Erfindung zusätzlich durch die obigen Merkmale bezüglich der Ermittlung einer Signalfolge vollständig definiert hätten.
  
2. Zusätzlich hätten die Ansprüche auch überarbeitet werden sollen, um die Präsenz von nicht-limitierenden Merkmalen zu vermeiden und den Schutzzumfang ohne Zweifel erkennen zu lassen (Artikel 6 PCT und PCT Richtlinien III-4.1). Daher hätten Ausdrücke, die als optionale Merkmale formuliert sind (z.B. Ausdrücke wie z.B. "bildbar ist") und deshalb den Schutzzumfang nicht genau erkennen lassen, durch präzisere Ausdrücke (d.h., limitierende Ausdrücke wie z.B. "gebildet wird") ersetzt werden sollen.

## Beschreibung

Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation mit einer Mobilstation, Basisstation und Mobilstation

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation mit einer Mobilstation, eine Basisstation und eine Mobilstation.

10 Bei Signalübertragungssystemen, wie beispielsweise Mobilfunksystemen, ist es erforderlich, daß einer der Kommunikationspartner (erste Übertragungseinheit) bestimmte festgelegte Signale erkennt, die von einem anderen Kommunikationspartner (zweite Übertragungseinheit) ausgesandt werden. Dabei kann es  
15 sich beispielsweise um sogenannte Synchronisierungs-Bursts (Synchronisierungs-Funkblöcke) zur Synchronisierung zweier Synchronisationspartner, wie beispielsweise Funkstationen, oder um sogenannte Access-Bursts handeln.

20 Um derartige Empfangssignale gegenüber dem Umgebungsrauschen zuverlässig zu erfassen bzw. zu identifizieren, ist es bekannt, das Empfangssignal fortlaufend über eine festgelegte Zeitdauer mit einer vorgegebenen Signalfolge zu korrelieren und die Korrelationssumme über die Zeitdauer der vorgegebenen  
25 Signalfolge zu bilden. Der Bereich des Empfangssignals, der eine maximale Korrelationssumme ergibt, entspricht dem gesuchten Signal. Dem Synchronisationssignal von der Basisstation eines digitalen Mobilfunksystems ist beispielsweise eine Signalfolge als sogenannte Trainingssequenz vorgeschaltet,  
30 die auf die eben beschriebene Weise in der Mobilstation durch Korrelation mit der abgespeicherten Signalfolge erfaßt oder ermittelt wird. So können die Mobilstationen mit der Basisstation synchronisiert werden.

35 Auch in der Basisstation sind derartige Korrelationsberechnungen beispielsweise bei der Random-Access-Channel (RACH)-Detektion erforderlich. Außerdem wird eine Korrelationsbe-

2

rechnung auch zur Bestimmung der Kanalimpulsantwort und der Signallaufzeiten empfangener Signalbursts durchgeführt.

Die Korrelationssumme wird dabei wie folgt berechnet:

5

$$S_m = \sum_{i=0}^{n-1} E(i+m) * K(i)$$

wobei  $E(i)$  eine aus dem Empfangssignal abgeleitete Empfangssignalfolge und  $K(i)$  die vorgegebene Signalfolge ist, wobei  $i$  von 0 bis  $n-1$  läuft. Die Korrelationssumme  $S_m$  wird aufeinanderfolgend für mehrere zeitlich versetzte, aus dem Empfangssignal gewonnene Signalfolgen  $E(i)$  berechnet, und dann der maximale Wert von  $S_m$  bestimmt. Sollen  $k$  aufeinanderfolgende Korrelationssummen berechnet werden, so beträgt der Berechnungsaufwand  $k * n$  Operationen, wobei eine Multiplikation und Addition zusammen als eine Operation gezählt wird.

Die Berechnung der Korrelationssummen ist daher sehr aufwendig und erfordert, insbesondere bei Real-Time-Anwendungen wie Sprachkommunikation oder Bildtelefonie oder in CDMA-Systemen, leistungsfähige und daher teure Prozessoren, die bei der Berechnung einen hohen Stromverbrauch aufweisen. Beispielsweise ist zur Synchronisation des sich in der Standardisierung befindlichen UMTS-Mobilfunksystems eine bekannte Signalfolge der Länge 256 Chips (bei CDMA wird ein übertragenes Bit auch Chip genannt) zu ermitteln. Die Folge wird alle 2560 Chips wiederholt. Da die Mobilstation anfangs asynchron zum Chip-takt arbeitet, muß das Empfangssignal überabgetastet werden, um auch bei ungünstiger Abtastlage noch ein ausreichendes Signal zu erhalten. Dies führt aufgrund der Abtastung der I- und Q-Komponente zu  $256 * 2560 * 2 * 2 = 2621440$  Operationen.

Aus der WO 96 39749 A ist es bekannt, eine Synchronisationsfolge zu übertragen, wobei ein Chip der Folge selbst eine Folge ist.

Aus "Srdjan Budisin: Golay Complementary Sequences are Superior to PN Sequences, Proceedings of the International Conference on Systems Engineering, US, New York, IEEE, Bd.-, 1992, 5 Seiten 101-104, XP 000319401 ISBN: 0-7803-0734-8" ist es bekannt, als Alternative zu PN-Folgen Golaysequenzen zu verwenden.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation mit einer Mobilstation, eine Basisstation und eine Mobilstation anzugeben, die eine zuverlässige und aufwandsgünstige Synchronisation einer Basisstation mit einer Mobilstation ermöglichen.

15 Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

20 Die Erfindung beruht zunächst auf dem Gedanken, zur Synchronisation Signalfolgen zu verwenden, die bildbar sind, indem eine zweite Signalteilfolge der Länge  $n_2$   $n_1$  mal wiederholt wird, dabei mit der ersten Signalteilfolge (Länge  $n_1$ ) moduliert wird, und zumindest eine der Signalteilfolgen eine Golaysequenz (Golayfolge), oft auch Golay Complementary Sequence 25 genannt, ist. Dadurch können Signalfolgen gebildet werden, die, wenn sie in einer Empfangssignalfolge enthalten sind, leicht ermittelt werden können. Insbesondere ist die Verwendung von Golaysequenzen von Vorteil, weil hierfür zur Berechnung der Korrelation ein sehr effektiver Algorithmus bekannt 30 ist.

Ferner basiert die Erfindung auf der Erkenntnis, daß durch die Verwendung zweier gleich langer Signalteilfolgen eine schnelle und aufwandsgünstige Berechnung von Korrelationssummen 35 ermöglicht wird.



5

dem kann dadurch auf den Einsatz teurer Quarze im Empfänger zur Frequenzstabilisierung verzichtet werden.

Bei diesen Simulationen stellte sich die Verwendung folgender  
5 Golaysequenzen als Signalteilstfolge als besonders vorteilhaft heraus:

Eine Golaysequenz  $X_n(k)$  der Länge  $n_x=16$ , die durch folgende Beziehung bildbar ist:

$$10 \quad X_0(k) = \delta(k)$$

$$X'_0(k) = \delta(k)$$

$$X_n(k) = X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k-D_n)$$

$$X'_n(k) = X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k-D_n) ,$$

$$15 \quad k = 0, 1, 2, \dots, 2^{NX}-1$$

$$n = 1, 2, \dots, NX$$

$$D_n = 2^{P_n}$$

mit

$$n_x=16=2^{NX}$$

$$20 \quad NX=4$$

$\delta(k)$  Kroneckersche Deltafunktion,

- wobei die zur Bildung einer Signalteilstfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren ( $P_1 P_2 P_3$

25  $P_4, W_1 W_2 W_3 W_4$ ;) entnommen ist:

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1; 1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1; 1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1;.

Eine spezielle Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die zur Bildung der Signalteilstfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von

So kann beispielsweise bei der Verwendung einer hierarchischen Korrelationsfolge der Länge 256, die aus 2 konstituierenden Golaysequenzen der Länge 16 aufgebaut ist, als Synchronisationsfolge für den PSC (primären Synchronisationskanal) eines UMTS-Systems der Rechenaufwand gegenüber einer herkömmlichen Realisierung mittels einer Golaysequenz der Länge 256 von 15 auf 14 Additionen pro berechnetem Korrelatorausgangswert reduziert werden.

- 5
- 10 Die Autokorrelationsfunktion einer durch zwei Signalteilfolgen gebildeten Signalfolge  $K(i)$  hat allerdings im Gegensatz zu einem in herkömmlichen Verfahren verwendeten orthogonalen Gold-Code im allgemeinen schlechtere Autokorrelationseigenschaften. Sie weist beispielsweise höhere Nebenmaxima und einen höheren Effektivwert der Nebenminima auf. Außerdem zeigen
- 15 UMTS-Link-Level-Simulationen, daß bei Verwendung derartiger Signalfolgen  $K(i)$  im PSC zur Slotsynchronisation bei einem Frequenzversatz (Frequenzfehler) zwischen Sender und Empfänger der Synchronisationsfehler im allgemeinen höher ist als
- 20 bei Verwendung eines orthogonalen Gold-Codes.

- Durch aufwendige eigens für diesen Zweck geschaffene Simulationswerkzeuge konnten jedoch aus zumindest einer Golaysequenz bestehende Signalteilfolgenpaare  $(K_1(j); K_2(k))$  ermittelt werden, auf deren Basis, Signalfolgen  $K(i)$  gebildet werden können oder bildbar sind, die insbesondere auch bei einem höheren Frequenzversatz zwischen Sender und Empfänger zuverlässig ermittelt werden können und so zu einem geringen Synchronisationsfehler führen. Dabei wurde bei den Simulationen
- 25 für das UMTS-System auch von einem Frequenzversatz von 10kHz ausgegangen. Durch die Verwendung einer bzw. eines derart gebildeten oder bildbaren Signalfolge  $K(i)$  bzw. Synchronisationscodes  $c_p$  wird der Berechnungsaufwand zur Berechnung der Korrelationssummen, also zur Ermittlung der Signalfolge  $K(i)$
- 30 in der empfangenden Mobilstation MS zum Zwecke der Synchronisation, erheblich verringert ohne eine gleichzeitige Erhöhung des Synchronisationsfehlers in Kauf nehmen zu müssen. Außer-
- 35

6

Permutation-Einheitsgrößen-Paaren ( $P_1 P_2 P_3 P_4$  ,  $W_1 W_2 W_3 W_4$  ; )  
entnommen ist: 3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-  
1; 3201, +1-1-1-1; und/oder daß die zur Bildung der zweiten  
Signalteilfolge verwendete Permutation ( $P_1 P_2 P_3 P_4$  ) gleich  
5 3201 ist. Dadurch kann wird zudem eine besonders günstige Re-  
alisierungsvariante der Erfindung in ASICs ermöglicht.

Durch Kenntnisse über die Signalteilfolgen in der Mobilstati-  
on kann die zur Synchronisation einer Mobilstation mit einer  
10 Basisstation erforderliche Berechnung von Korrelationssummen  
in der Mobilstation mit gegenüber dem Stand der Technik ge-  
ringerem Aufwand durchgeführt werden.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung werden einmal berechne-  
15 te Teilkorrelationssummen abgespeichert und zur Berechnung  
weiterer Korrelationssummen verwendet. So ist es möglich, bei  
der Berechnung weiterer Korrelationssummen vorher schon be-  
rechnete Teilkorrelationssummen zu verwenden und so den Re-  
chenaufwand enorm zu verringern.

20

Unter "Empfangssignalfolge" versteht man auch eine Signalfol-  
ge, die beispielsweise durch eine Demodulation, Filterung,  
Derotation, Skalierung oder Analog-/Digitalwandlung aus einem  
empfangenen Signal abgeleitet wurde.

25

Unter "Ermittlung einer Signalfolge" versteht man im Rahmen  
de Anmeldung natürlich auch die Ermittlung der zeitlichen La-  
ge einer Signalfolge.

30 Im folgenden wird die Erfindung anhand verschiedener Ausführ-  
ungsbeispiele näher beschrieben, zu deren Erläuterung die  
nachfolgend aufgelisteten Figuren dienen:

Figur 1 schematische Darstellung eines Mobilfunknetzes

35

Figur 2 Blockschaltbild einer Funkstation

Figur 3 herkömmliches Verfahren zur Berechnung von Korrelationssummen

Figur 4 Darstellung erfindungsgemäßer Signalfolgen und Signalteilfolgen

Figur 5 schematische Darstellung der Bildung der erfindungsgemäßen Signalfolge

Figur 6, 7 und 8 schematische Darstellung eines Verfahrens zur Berechnung einer Korrelationssumme

Figur 9 und 10 schematische Darstellung einer Ausführungsvariante eines Verfahrens zur Bildung der Korrelationssumme

Figur 11 Blockschaltbild eines effizienten hierarchischen Go-Lay-Korrelators.

In Figur 1 ist ein zellulares Mobilfunknetz, wie beispielsweise das GSM (Global System for Mobile Communication)-System dargestellt, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind, bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN/ISDN herstellen. Ferner sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden, der auch durch ein Datenverarbeitungssystem gebildet sein kann. Eine ähnliche Architektur findet sich auch in einem UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

Jeder Basisstationscontroller BSC ist wiederum mit zumindest einer Basisstation BS verbunden. Eine solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Funkverbindung zu anderen Funkstationen, sogenannten Mobilstationen MS aufbauen kann. Zwischen den Mobilstationen MS und der diesen Mobilstationen MS zugeordneten Basisstation BS können mittels Funksignalen Informationen innerhalb von Funkkanälen  $f$  die innerhalb von Frequenzbändern  $b$  liegen, über-

tragen werden. Die Reichweite der Funksignale einer Basisstation definieren im wesentlichen eine Funkzelle FZ.

5 Basisstationen BS und ein Basisstationscontroller BSC können zu einem Basisstationssystem BSS zusammengefaßt werden. Das Basisstationssystem BSS ist dabei auch für die Funkkanalverwaltung bzw. -zuteilung, die Datenratenanpaßung, die Überwachung der Funkübertragungsstrecke, Hand-Over-Prozeduren, und im Falle eines CDMA-Systems für die Zuteilung der zu verwendenden Spreizcodesets, zuständig und übermittelt die dazu nötigen Signalisierungsinformationen zu den Mobilstationen MS.

15 Im Falle eines Duplex-Systems können bei FDD (Frequency Division Duplex)-Systemen, wie dem GSM-System, für den Uplink u (Mobilstation (Sendeeinheit) zur Basisstation (Empfangseinheit)) andere Frequenzbänder vorgesehen sein als für den Downlink d (Basisstation (Sendeeinheit) zur Mobilstation (Empfangseinheit)). Innerhalb der unterschiedlichen Frequenzbänder b können durch ein FDMA (Frequency Division Multiple Access) Verfahren mehrere Frequenzkanäle f realisiert werden.

25 Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung versteht man unter Übertragungseinheit auch Kommunikationseinheit, Sendeeinheit, Empfangseinheit, Kommunikationsendgerät, Funkstation, Mobilstation oder Basisstation. Im Rahmen dieser Anmeldung verwendete Begriffe und Beispiele beziehen sich auch oft auf ein GSM-Mobilfunksystem; sie sind jedoch keineswegs darauf beschränkt, sondern können anhand der Beschreibung von einem Fachmann auch leicht auf andere, gegebenenfalls zukünftige, Mobilfunksysteme, wie CDMA-Systeme, insbesondere Wide-Band-CDMA-Systeme abgebildet werden.

35 Mittels Vielfachzugriffsverfahren können Daten über eine Funkschnittstelle effizient übertragen, separiert und einer oder mehreren bestimmten Verbindungen bzw. dem entsprechenden Teilnehmer zugeteilt werden. Dazu kann ein Zeitvielfachzugriff TDMA, ein Frequenzvielfachzugriff FDMA, ein Codeviel-

fachzugriff CDMA oder eine Kombination aus mehreren dieser Vielfachzugriffsverfahren eingesetzt werden.

5 Beim FDMA wird das Frequenzband  $b$  in mehrere Frequenzkanäle  $f$  zerlegt; diese Frequenzkanäle werden durch den Zeitvielfachzugriff TDMA in Zeitschlitz  $t_s$  aufgeteilt. Die innerhalb eines Zeitschlitzes  $t_s$  und eines Frequenzkanals  $f$  übertragenen Signale können durch verbindungsindividuelle den Daten aufmodulierte Spreizcodes, sogenannte CDMA-Codes  $cc$  separiert werden.  
10 den.

Die so entstehenden physikalischen Kanäle werden nach einem festgelegten Schema logischen Kanälen zugeordnet. Bei den logischen Kanälen unterscheidet man grundsätzlich zwei Arten:  
15 Signalisierungskanäle (bzw. Steuerkanäle) zur Übertragung von Signalisierungsinformationen (bzw. Steuerinformationen) und Verkehrskanäle (Traffic Channel TCH) zur Übertragung von Nutzdaten.

Die Signalisierungskanäle werden weiter unterteilt in:

- 20 - Broadcast Channels  
- Common Control Channels  
- Dedicated/Access Control Channel DCCH/ACCH

Zu der Gruppe der Broadcast Channels gehören der Broadcast Control Channel BCCH, durch den die MS funktechnische Informationen vom Basisstationssystem BSS erhält, der Frequency  
25 Correction Channel FCCH und der Synchronization Channel SCH. Zu den Common Control Channels gehört der Random Access Channel RACH. Die zur Realisierung dieser logischen Kanäle übertragenen Funkblöcke oder Signalfolgen können dabei für unterschiedliche Zwecke Signalfolgen  $K(i)$  sog. Korrelationsfolgen  
30 enthalten, bzw. auf diesen logischen Kanälen können für unterschiedliche Zwecke Signalfolgen  $K(i)$  übertragen werden.

Im folgenden wird beispielhaft ein Verfahren zur Synchronisation einer Mobilstation MS mit einer Basisstation BS erläutert:  
35 Während eines ersten Schritts der anfänglichen Basisstationssuche oder Zellensuche (initial cell search procedu-

re) verwendet die Mobilstation den primären Synchronisationskanal (primary synchronisation channel SCH (PSC)), um eine Zeitschlitzsynchronisation mit der stärksten Basisstation zu erreichen. Dies kann durch einen angepaßten Filter (matched filter) oder eine entsprechende Schaltung gewährleistet werden, der an den primären Synchronisationscode cp, der von allen Basisstationen ausgesendet wird, angepaßt ist. Dabei wird von allen Basisstationen BS der gleiche primäre Synchronisationscode cp der Länge 256 ausgesendet.

10

Die Mobilstation ermittelt mittels Korrelation aus einer Empfangsfolge die empfangenen Signalfolgen  $K(i)$  nach einem Prinzip, das in den Figuren 6 bis 11 und zugehöriger Beschreibung erläutert ist. Dabei werden am Ausgang eines angepaßten Filters (matched Filter) für jede empfangene Signalfolge jeder sich innerhalb des Empfangsbereichs der Mobilstation befindlichen Basisstation Peaks ausgegeben. Die Detektion der Position des stärksten Peaks ermöglicht die Ermittlung des Timings der stärksten Basisstation modulo der Schlitzlänge. Um eine größere Verlässlichkeit zu gewährleisten, kann der Ausgang des angepaßten Filters über die Anzahl der Zeitschlitzze nicht-kohärent akkumuliert werden. Die Mobilstation führt also eine Korrelation über eine Signalfolge der Länge 256 Chips als Matched-Filter-Operation durch.

25

Der Synchronisationscode cp ist dabei entsprechend einer Signalfolge  $K(i)$  nach einem Prinzip, wie in Figur 5 und zugehöriger Beschreibung erläutert, gebildet oder kann derart gebildet sein oder ist derart erhältlich. Die Signalfolge  $K(i)$  bzw. der Synchronisationscode cp der Länge 256 ist dabei aus zwei Signalteilfolgen  $K1(j), K2(k)$ , die jeweils die Länge 16 aufweisen, gebildet oder kann derart gebildet werden. Diese Signalteilfolgen bilden dabei ein Signalteilfolgenpaar  $(K1(j); K2(k))$ .

35

Eine derart erhältliche Signalfolge  $K(i)$  kann dabei auch "hierarchische Signalfolge" oder "hierarchische Korrelations-

11

folge" genannt werden. Eine Signalteilfolge kann auch "kurze Korrelationsfolge" oder "konstituierende Folge" genannt werden.

- 5    Zumindest eine Signalteilfolge ist dabei eine Golaysequenz, auch Golay Complementary Sequence genannt, der Länge  $n_x$ , hier mit  $X=X_{n_x}(k)$  bezeichnet.  $X$  ist durch folgende Beziehung bildbar:

$$\begin{aligned} 10 \quad X_0(k) &= \delta(k) \\ X'_0(k) &= \delta(k) \\ X_n(k) &= X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n) \\ X'_n(k) &= X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n) , \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15 \quad k &= 0, 1, 2, \dots, 2^{n_x}-1 \\ n &= 1, 2, \dots, n_x \\ D_n &= 2^{P_n} \end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned} 20 \quad n_x &= 2^{n_x} \\ \delta(k) &\text{ Kroneckersche Deltafunktion} \\ P_n, n &= 1, 2, \dots, n_x: \text{beliebige Permutation der Zahlen} \\ &\quad \{0, 1, 2, \dots, n_x-1\} \\ W_n: &\text{Gewichte f\"ur die Signalteilfolge aus } (+1, -1, +i \text{ oder} \\ 25 \quad &-i). \end{aligned}$$

Ein Verfahren von Golay und Sivaswamy zur Generierung von Golayfolgen als solches ist auch aus „Efficient Pulse Compressor for Golay Complementary Sequences“, Electronic Letters  
30 Vol. 27, No. 3, pp. 219, bekannt.

$W_n$  kann also die Werte  $+1, -1, +i$  oder  $-i$  annehmen oder insbesondere zur Erzeugung binärer Golaysequenzen die Werte  $+1$  oder  $-1$  annehmen.

35

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird  $W_n$  auch als Einheitsgröße bezeichnet. Der für eine Golaysequenz verwendete



## 12

Satz der Größen  $D_n$ , der aus der Permutation  $P_n$  berechnet werden kann, wird auch als Delaymatrix bezeichnet; der Satz der gewählten Gewichte  $W_n$  wird auch als Gewichtsmatrix bezeichnet.

5

Beispielsweise kann man für die Einheitsgröße bzw. die Gewichte die Gewichtsmatrix  $W = [1, -1, 1, 1]$  wählen, was bedeutet  $W_1 = 1$ ;  $W_2 = -1$ ;  $W_3 = 1$ ;  $W_4 = 1$ , und für die Delaymatrix  $D = [8, 4, 1, 2]$ , was bedeutet  $D_1 = 8 = 2^3 = 2^{P1}$ ;  $D_2 = 4 = 2^2 = 2^{P2}$ ;

10

$D_3 = 1 = 2^0 = 2^{P3}$ ;  $D_4 = 2 = 2^1 = 2^{P4}$ . Mit der Permutation bzw. Permutationsmatrix  $P = [3; 2; 0; 1]$  ergibt sich die Signalteilfolge  $X_4 = (1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1)$ . Diese Folge kann als eine der Signalteilfolgen, wie beispielsweise  $K1(j)$ , verwendet werden.

15

Die Autokorrelationsfunktion einer durch zwei Signalteilfolgen gebildeten Signalfolge  $K(i)$  hat im Gegensatz zu einem in herkömmlichen Verfahren verwendeten orthogonalen Gold-Code im allgemeinen schlechtere Autokorrelationseigenschaften. Sie

20

weist beispielsweise höhere Nebenmaxima und einen höheren Effektivwert der Nebenminima auf. Außerdem zeigen UMTS-Link-Level-Simulationen, daß bei Verwendung derartiger Signalfolgen  $K(i)$  im PSC zur Slotsynchronisation bei einem Frequenzversatz (Frequenzfehler) zwischen Sender und Empfänger der

25

Synchronisationsfehler im Gegensatz zur Verwendung eines orthogonalen Gold-Codes im allgemeinen höher ist.

Durch aufwendige eigens für diesen Zweck geschaffene Simulationswerkzeuge konnten jedoch aus zumindest einer Golaysequenz bestehende Signalteilfolgenpaare ( $K1(j); K2(k)$ ) ermittelt

30

werden, auf deren Basis, wie oben erläutert, Signalfolgen  $K(i)$  gebildet werden können oder bildbar sind, die insbesondere zur Synchronisation zwischen Basisstation und Mobilstation auch bei einem höheren Frequenzversatz zwischen Sender und Empfänger zuverlässig ermittelt werden können und so zu einem geringen Synchronisationsfehler führen. Dabei wurde

35

bei den Simulationen für das UMTS-System auch von einem Fre-

13

quenzversatz von 10kHz ausgegangen. Durch die Verwendung einer bzw. eines derart gebildeten oder bildbaren Signalfolge  $K(i)$  bzw. Synchronisationscodes  $c_p$  wird der Berechnungsaufwand zur Berechnung der Korrelationssummen, also zur Ermittlung der Signalfolge  $K(i)$  in der empfangenden Mobilstation MS zum Zwecke der Synchronisation, erheblich verringert ohne eine gleichzeitige Erhöhung des Synchronisationsfehlers in Kauf nehmen zu müssen. Außerdem kann auf den Einsatz teurer Quarze im Empfänger zur Frequenzstabilisierung verzichtet werden.

10

Die Berechnung der Autokorrelationsfunktion in Abhängigkeit von dem Frequenzfehler stellte sich bei den Simulationen als besonders geeignet zur Beurteilung der Synchronisationseigenschaften einer durch ein Permutation-Einheitsgrößen-Paar gebildete Signalfolge  $K(i)$  heraus.

15

Die Berechnung der Autokorrelationsfunktion unter Berücksichtigung eines Frequenzversatzes zwischen Sende- und Empfangseinheit kann dabei auch gemäß folgender Formel durchgeführt werden:

20

$$a(k) = \text{ABS} \left( \sum_{i=0}^{n-1-k} K(i) \cdot [K(i+k) \cdot \exp(j \cdot 2\pi \cdot f_d \cdot i \cdot t_a)] \right)^*$$

25

$k$  Versatz

$n$  Länge der Folge

$i$  Index

$f_d$  Frequenzversatz

30

$t_a$  Abtastintervall

$[]^*$  bedeutet konjugiert komplex

Dabei können die Werte  $a(k)$  für  $k=0..n-1$  berechnet werden.

Ergeben sich mehrere Signalteilfolgenpaare, die ein gleich

35

gutes Verhältnis von Hauptmaximum zum maximalen Nebenmaximum in der Autokorrelationsfunktion der resultierenden Signalfolge  $K(i)$  zur Folge haben, so können im weiteren die Signal-

teilfolgenpaare, die einen geringeren Effektivwert der Nebenminima zur Folge haben, ausgewählt werden. Dabei soll das Verhältnis von Hauptmaximum zum maximalen Nebenmaximum möglichst groß sein und der Effektivwert der Nebenminima möglichst klein. Durch anschließende Link-Level-Simulationen für beispielsweise das UMTS System können Signalteilfolgenpaare ermittelt werden, die sich bei Frequenzfehler 0 kHz und 5 KHz und 10 kHz hinsichtlich des Synchronisationsfehlers überraschenderweise ähnlich gut verhalten, wie ein herkömmlicher orthogonaler Gold-Code, der nichthierarchisch aufgebaut ist, und für die Synchronisation bekanntermaßen sehr gute Eigenschaften aufweist.

Zur Auswahl von Signalteilfolgenpaare ( $K1(j); K2(k)$ ) können neben der Autokorrelationsfunktion auch folgende Kriterien herangezogen werden:

- Missed Detektion Rate: Wähle die Signalteilfolgenpaare aus durch Vergleich der Missed Detektion Rate bei Durchführung vollständiger Simulationen.

- Detektionswahrscheinlichkeiten bei gegebenem Frequenzfehler und gegebenem SNR bei AWGN Kanälen.

Durch die aufwendigen Simulationen konnte eine Menge von Golaysequenzen der Länge 16, beschrieben durch eine Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren, die in einem und/oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4 angegeben ist, ermittelt werden, auf deren Basis Signalfolgen  $K(i)$  bildbar sind, die sowohl bei Frequenzversatz null zwischen Sender und Empfänger als auch bei einem größeren Frequenzversatz beim Einsatz für Synchronisationszwecke einen kleinen Synchronisationsfehler aufweisen. Daraus folgt eine bevorzugte Wahl von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren, aus denen Signalteilfolgen und schließlich Signalfolgen  $K(i)$  erhältlich oder bildbar sind.

15

Bei einer Ausführungsvariante der Erfindung ist zumindest eine Signalteilfolge eine hinsichtlich der Nebenmaxima der Autokorrelationsfunktion auch bei Frequenzfehlern optimierte Golaysequenz, insbesondere der Länge 16.

5

Als vorteilhaft erwies sich bei oben erläuterten Simulationen die Verwendung einer Signalfolge  $K(i)$ , die auf einer Signalteilfolge basiert, wobei die zur Bildung der Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und komplexe Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-

10 Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1 P_2 P_3 P_4, W_1 W_2 W_3 W_4 ;)$  entnommen ist:

0213,+j+j+j-1; 0213,-j+j+j-1; 0213,+1-j+j-1; 0213,-1-j+j-1;  
15 0213,+1+j-j-1; 0213,-1+j-j-1; 0213,+j-j-j-1; 0213,-j-j-j-1;  
0213,+j+j+j+1; 0213,-j+j+j+1; 0213,+1-j+j+1; 0213,-1-j+j+1;  
0213,+1+j-j+1; 0213,-1+j-j+1; 0213,+j-j-j+1; 0213,-j-j-j+1;  
3120,+1-j+j-1; 3120,-1-j+j-1; 3120,+1+j-j-1; 3120,-1+j-j-1;  
3120,+1+j+j+j; 3120,-1+j+j+j; 3120,+1-j-j+j; 3120,-1-j-j+j;  
20 3120,+1+j+j-j; 3120,-1+j+j-j; 3120,+1-j-j-j; 3120,-1-j-j-j;  
3120,+1-j+j+1; 3120,-1-j+j+1; 3120,+1+j-j+1; 3120,-1+j-j+1;.

Als besonders vorteilhaft erwies sich bei oben erläuterten Simulationen die Verwendung einer Signalfolge  $K(i)$ , die auf einer Signalteilfolge basiert, wobei die zur Bildung der Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und binäre Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-

25 Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1 P_2 P_3 P_4, W_1 W_2 W_3 W_4 ;)$  entnommen ist:

30

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1;  
3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1;  
1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1;  
1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1;  
35 1; 1023, -1-1-1-1;.

16

Als besonders vorteilhaft erwies sich bei oben erläuterten Simulationen auch die Verwendung einer Signalfolge  $K(i)$ , die auf einer Signalteilfolge basiert, wobei die zur Bildung der Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und binäre Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1 P_2 P_3 P_4, W_1 W_2 W_3 W_4;)$  entnommen ist:

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; und die zur Bildung der zweiten Signalteilfolge verwendete Permutation  $(P_1 P_2 P_3 P_4)$  gleich 3201 ist.

Neben der Permutation-Einheitsgrößendarstellung kann man - wie oben schon erläutert - die Golayfolgen auch durch Angabe der Delay-Matrix und der Gewichtsmatrix darstellen. Die oben an erster Stelle als besonders vorteilhaft angegebene Folge mit reellen Gewichten, die durch die Parameter  $(P_1 P_2 P_3 P_4, W_1 W_2 W_3 W_4)$  angegebene Folge (3201,+1-1+1+1) ist somit definiert durch die Delay-Matrix  $D = [8, 4, 1, 2]$  und die Gewichtsmatrix  $W = [1, -1, 1, 1]$ .

Des weiteren kann man die Golayfolge auch explizit durch Angabe der einzelnen Elemente darstellen, für die oben genannte Golayfolge der Länge 16 ergibt sich dabei:

$K_1 = \langle +1, +1, +1, -1, -1, +1, -1, -1, +1, +1, +1, -1, +1, -1, +1, +1 \rangle$

Eine weitere äquivalente Darstellung ergibt sich bei dem in der Literatur häufig verwendeten Mapping von +1 auf 0 und -1 auf 1. Die Folge ist dann definiert durch:

$\langle 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0 \rangle$

Verwendet man als Signalteilfolgen (konstituierende Sequenzen) für den PSC von UMTS also Golaysequenzen der Länge 16, wobei man als Gewichte  $W_n = 1, -1, i, -i$  und als Verzögerungen eine beliebige Permutation aus  $D_n = \{1, 2, 4, 8\}$  zuläßt, so gibt

es mehr als  $2^{12}$  verschiedene Möglichkeiten für jede der beiden konstituierenden Sequenzen, also insgesamt mehr als  $2^{24}$  Möglichkeiten. Im Rahmen der Erfindung liegen gemäß den Patentansprüchen 1, 2, 3 oder 4 ungefähr 10 bis  $10^2$  Permutation-

5 Einheitsgrößen-Paare. Die ausgewählten Permutation-

Einheitsgrößen-Paare bilden also nur eine sehr kleine Teilmenge der grundsätzlich möglichen Menge von zur Bildung von 16-stelligen Golaysequenzen verwendbaren Permutation-

Einheitsgrößen-Paaren.

10

Figur 2 zeigt eine Funkstation, die eine Mobilstation MS sein kann, bestehend aus einer Bedieneinheit oder Interface-Einheit MMI, einer Steuereinrichtung STE, einer Verarbeitungseinrichtung VE, einer Stromversorgungseinrichtung SVE,

15 einer Empfangseinrichtung EE und ggf. einer Sendeeinrichtung SE.

20

Die Steuereinrichtung STE besteht im wesentlichen aus einem programmgesteuerten Mikrocontroller MC, der schreibend und lesend auf Speicherbausteine SPE zugreifen kann. Der Microcontroller MC steuert und kontrolliert alle wesentlichen Elemente und Funktionen der Funkstation.

25

Die Verarbeitungseinrichtung VE kann auch durch einen digitalen Signalprozessor DSP gebildet sein, der ebenfalls auf Speicherbausteine SPE zugreifen kann. Durch die Verarbeitungseinrichtung VE können auch Additions- und Multiplikationsmittel realisiert sein.

30

In den flüchtigen oder nicht flüchtigen Speicherbausteinen SPE sind die Programmdateien, die zur Steuerung der Funkstation und des Kommunikationsablaufs, insbesondere auch der Signalisierungsprozeduren, benötigt werden und während der Verarbeitung von Signalen entstehende Informationen gespeichert. Außerdem können darin Signalfolgen  $K(i)$ , die zu Korrelations-

35 zwecken verwendet werden, und Zwischenergebnisse von Korrelationssummenberechnungen gespeichert werden. Die im Rahmen der

Erfindung liegenden Signalfolgen  $K(i)$  können also in der Mobilstation und/oder der Basisstation abgespeichert sein. Es ist auch möglich, daß ein oder mehrere der oben aufgeführten Permutation-Einheitsgrößen-Paare oder daraus abgeleitete Signalteilfolgen oder Signalteilfolgenpaare ( $K1(j); K2(k)$ ) in der Mobilstation und/oder der Basisstation abgespeichert sind. Es ist auch möglich, daß in der Mobilstation und/oder der Basisstation eine Signalfolge  $K(i)$  aus einem Signalteilfolgenpaar ( $K1(j); K2(k)$ ) und/oder eine Signalteilfolge aus einem Permutation-Einheitsgrößen-Paaren gebildet wird.

Insbesondere kann in einer Basisstation oder in allen Basisstationen eines Systems eine Signalfolge  $K(i)$  abgespeichert sein, die in festen oder variablen Abständen zu Synchronisationszwecken ausgesendet wird. In der Mobilstation MS ist das Signalteilfolgenpaar ( $K1(j); K2(k)$ ), aus dem die in der Basisstation abgespeicherte Signalfolge  $K(i)$  bildbar ist oder gebildet werden kann, abgespeichert und wird zur Synchronisation der Mobilstation mit einer Basisstation zur rechenaufwandsgünstigen Korrelationssummenberechnung herangezogen.

Die Speicherung der Signalfolgen bzw. der Signalteilfolgen kann auch durch eine Speicherung entsprechender Informationen in beliebig codierter Form erfolgen und durch Mittel zur Speicherung, wie beispielsweise flüchtige und/oder nicht-flüchtige Speichereinbausteine oder durch entsprechend konfigurierte Addierer- oder Multipliziererereingänge oder entsprechende gleichwirkende Hardwareausgestaltungen realisiert sein.

Der Hochfrequenzteil HF besteht ggf. aus der Sendeeinrichtung SE, mit einem Modulator und einem Verstärker V und einer Empfangseinrichtung EE mit einem Demodulator und ebenfalls einem Verstärker. Durch Analog/Digitalwandlung werden die analogen Audiosignale und die analogen von der Empfangseinrichtung EE stammenden Signale in digitale Signale gewandelt und vom digitalen Signalprozessor DSP verarbeitet. Nach der Verarbei-

tung werden ggf. die digitalen Signale durch Digital/Analog-  
wandlung in analoge Audiosignale oder andere Ausgangssignale  
und analoge der Sendeeinrichtung SE zuzuführende Signale ge-  
wandelt. Dazu wird gegebenenfalls eine Modulation bzw. Demodu-  
5 lation durchgeführt.

Der Sendeeinrichtung SE und der Empfangseinrichtung EE wird  
über den Synthesizer SYN die Frequenz eines spannungsgeregel-  
ten Oszillators VCO zugeführt. Mittels des spannungsgesteuer-  
ten Oszillators VCO kann auch der Systemtakt zur Taktung von  
10 Prozessoreinrichtungen der Funkstation erzeugt werden.

Zum Empfang und zum Senden von Signalen über die Luftschnitt-  
stelle eines Mobilfunksystems ist eine Antenneneinrichtung  
15 ANT vorgesehen. Bei einigen bekannten Mobilfunksystemen, wie  
dem GSM (Global System for Mobile Communication) werden die  
Signale zeitlich gepulst in sogenannten bursts empfangen und  
gesendet.

20 Bei der Funkstation kann es sich auch um eine Basisstation BS  
handeln. In diesem Fall wird das Lautsprecherelement und das  
Mikrophonelement der Bedieneinheit MMI durch eine Verbindung  
zu einem Mobilfunknetz, beispielsweise über einen Basisstati-  
onscontroller BSC bzw. eine Vermittlungseinrichtung MSC er-  
25 setzt. Um gleichzeitig Daten mit mehreren Mobilstationen MS  
auszutauschen, verfügt die Basisstation BS über eine entspre-  
chende Vielzahl von Sende- bzw. Empfangseinrichtungen.

In Figur 3 ist eine Empfangssignalfolge  $E(1)$ , bei der es sich  
30 auch um ein von einem Empfangssignal abgeleitete Signalfolge  
handeln kann, der Länge  $w$  dargestellt. Zur Berechnung einer  
ersten Korrelationssumme  $S_0$  entsprechend eingangs angegebener  
Formel werden Elemente eines ersten Abschnitts dieser Emp-  
fangssignalfolge  $E(1)$  paarweise mit den entsprechenden Ele-  
35 menten der Signalfolge  $K(i)$  der Länge  $n$  multipliziert, und  
die Länge der resultierenden Teilergebnisse zur Korrelations-  
summe  $S_0$  aufaddiert.



Zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S_1$  wird die Signalfolge  $K(i)$  wie in der Figur bildlich dargestellt um ein Element nach rechts verschoben und die Elemente der Signalfolge  $K(i)$  mit den entsprechenden Elementen der Signalfolge  $E(1)$  paarweise multipliziert, und durch eine Summation der entstehenden Teilergebnisse wieder die Korrelationssumme  $S_1$  gebildet.

- 10 Die paarweise Multiplikation der Elemente der Signalfolge mit entsprechenden Elementen der Empfangssignalfolge und die anschließende Summation kann auch in Vektorschreibweise als die Bildung eines Skalarproduktes beschrieben werden, sofern man jeweils die Elemente der Signalfolge und die Elemente der
- 15 Empfangssignalfolge zu einem Vektor eines kartesischen Koordinatensystems zusammenfaßt:

$$S_0 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(i) \\ \vdots \\ E(n-1) \end{pmatrix} = K(0) * E(0) + \dots + K(i) * E(i) + \dots + K(n-1) * E(n-1)$$

$$S_1 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(i+1) \\ \vdots \\ E(n) \end{pmatrix} = K(0) * E(1) + \dots + K(i) * E(i+1) + \dots + K(n-1) * E(n)$$

20

- In den so ermittelten Korrelationssummen  $S$  kann das Maximum gesucht werden, das Maximum der Korrelationssummen  $S$  mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen werden, und so ermittelt werden, ob in dem Empfangssignal  $E(1)$  die vorgegebene Signalfolge  $K(i)$  enthalten ist und wenn ja, wo im Empfangssignal  $E(1)$  sie sich befindet, und so zwei Funkstationen miteinander synchronisiert werden bzw. Daten, denen ein indivi-
- 25

dueller Spreizcode in Form einer Signalfolge  $K(i)$  aufmoduliert wurde, detektiert werden.

5 In Figur 4 ist wieder die Empfangssignalfolge  $E(l)$  und als Korrelationsfolge eine Signalfolge  $K(i)$ , die auf den Signalteilfolgen  $K1(j)$ ,  $K2(k)$  basiert, dargestellt.

10 In Figur 5 ist die Bildung einer Signalfolge  $K(i)$  dargestellt, die auf zwei Signalteilfolgen  $K2(k)$  der Länge  $n2$  und  $K1(j)$  der Länge  $n1$  basiert. Dazu wird die Signalteilfolge  $K2(k)$   $n1$  mal wiederholt, und dabei durch die Signalteilfolge  $K1(j)$  moduliert. Die Bildung der Signalfolge  $K(i)$  läßt sich mathematisch auch durch folgende Formel ausdrücken:

15 
$$K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \operatorname{div} n2), \text{ für } i = 0 \dots n1*n2-1$$

Dabei bezeichnet  $\bmod$  den ganzzahligen Rest einer Division und  $\operatorname{div}$  das ganzzahlige Ergebnis einer Division.

20 Dies ist bildlich dargestellt durch eine Folge  $f2$ , die aus den wiederholten, nacheinander abgebildeten Signalteilfolgen  $K2(k)$  besteht, und eine Folge  $f1$ , die durch eine gedehnte Signalteilfolge  $K1(j)$  über der Folge  $f2$  abgebildet ist.

25 Durch eine Multiplikation der Elemente der Folge  $f2$  mit den entsprechenden über der Folge  $f2$  abgebildeten Elementen der Folge  $f1$  entsteht die neue Signalfolge  $K(i)$  der Länge  $n$ . Diese Erzeugung einer Signalfolge  $K(i)$  ist unten im Bild noch einmal anhand eines Beispiels zweier binärer Signalteilfolgen  
30 der Länge 4 dargestellt.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf Signalteilfolgen der Länge 4 bzw. Signalfolgen der Länge 16 beschränkt. Auch ist die Erfindung nicht auf die oben verwendete mathematische Be-  
35 schreibung beschränkt.

Beispielsweise entspricht inhaltlich folgende Darstellung für Signalfolgen der Länge 16 bzw. Signalfolgen der Länge 256 der oben verwendeten mathematischen Darstellung und ist daher ebenfalls in der Erfindung enthalten:

5

Verwendet man für K1 beispielhaft die oben als besonders günstig beschriebene Golayfolge mit der Permutation-Einheitsgrößendarstellung (3201 , +1-1+1+1) oder der expliziten Darstellung  $\langle +1, +1, +1, -1, -1, +1, -1, -1, +1, +1, +1, -1, +1, -1, +1, +1 \rangle$  und für K2 eine aus 16 Elementen bestehende Folge a, so kann man die wiederholten, nacheinander abgebildeten Signalfolgen K2 bzw. a, welche mit dem Wert des jeweiligen Elementes der Folge K1 moduliert werden, auch folgendermaßen schreiben:

15

$K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$

Derart gebildete Signalfolgen K(i) können zur vereinfachten Berechnung von Korrelationssummen dieser Signalfolgen K(i) mit Empfangssignalfolgen E(l) genutzt werden. Die so gebildete Signalfolge der Länge 256 kann beispielsweise zu Synchronisationszwecken als primärer Synchronisationscode cp der Länge 256 ausgesendet werden.

25 Eine schematische Darstellung einer derartigen vereinfachten und somit auch schnelleren und aufwandgünstigeren Berechnung von Korrelationssummen S ist in den Figuren 6 bis 8 dargestellt, auf die im folgenden eingegangen wird.

30 Zunächst wird eine Teilkorrelationssumme TS(z) gebildet. Dazu wird beispielsweise für das erste Element der Teilkorrelationssummenfolge TS(0) die Korrelationssumme der zweiten Signalfolge K2(k) mit dem entsprechenden Abschnitt der Empfangssignalfolge E(l) gebildet.

35

23

$$TS(0) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(k) \\ \vdots \\ E(n2-1) \end{pmatrix} = K2(0) * E(0) + \dots + K2(k) * E(k) + \dots + K2(n2-1) * E(n2-1)$$

Für das zweite Element der Teilkorrelationssummenfolge TS(1) wird die zweite Signalteilfolge K2(k) wie bildlich dargestellt um ein Element verschoben und ebenfalls die Korrelationssumme mit dem entsprechenden Element der Empfangssignalfolge E(1) gebildet usw.

$$TS(1) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(k+1) \\ \vdots \\ E(n2) \end{pmatrix} = K2(0) * E(1) + \dots + K2(k) * E(k+1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2)$$

10

Das n-te Element der Teilkorrelationssummenfolge TS(n1\*n2-1) wird nach n-1 Verschiebungen der zweiten Signalteilfolge K2(k) gegenüber der Empfangssignalfolge E(1) entsprechend berechnet.

15

$$TS(n-1) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(n-1) \\ \vdots \\ E(k+n-1) \\ \vdots \\ E(n2+n-2) \end{pmatrix} =$$

$$= K2(0) * E(n-1) + \dots + K2(k) * E(k+n-1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2+n-2)$$

Die so entstehende Teilkorrelationssummenfolge TS(z) ist im oberen Bereich der Figur 7 dargestellt. Aus dieser Teilkorrelationssummenfolge wird nun jedes n2-te-Element ausgewählt und mit dem entsprechenden Element der ersten Signalteilfolge K1(j) paarweise multipliziert.

Faßt man die ausgewählten Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  und die erste Signalteilfolge  $K1(j)$  jeweils zu Vektoren zusammen, so wird die erste Korrelationssumme  $S0$  durch das Skalarprodukt dieser beiden Vektoren erzeugt.

5

$$S0 = \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(0) \\ \vdots \\ TS(j * n2 - 1) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2 - 1) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2 - 1) + \dots$$

Figur 7 zeigt im unteren Bereich die entsprechende Berechnung weiterer Korrelationssummen  $S1$  bzw.  $S2$  durch die Auswahl  $n2$ -ter um 1 bzw. 2 rechts von den als erstes ausgewählten Elementen liegenden Elemente:

$$S1 = \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(1) \\ \vdots \\ TS(j * n2) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2) + \dots$$

15 Durch die Speicherung einmal berechneter Teilkorrelationssummen  $TS$  kann auf diese bei der späteren Berechnung von weiteren Korrelationssummen zurückgegriffen werden, und somit auf die entsprechenden Rechenschritte verzichtet werden.

20 Je nach Ausführungsvariante kann entweder zunächst die komplette Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  über die ganze Empfangssignalfolge  $E(1)$  berechnet werden und dann die einzelnen Korrelationssummen oder erst bei Bedarf zur Berechnung einer neuen Korrelationssumme die entsprechenden zusätzlich benötigten Teilkorrelationssummen berechnet werden.

Figur 8 zeigt nochmals das aus zwei Schritten bestehende Verfahren zur Berechnung von Korrelationssummen  $S$ , diesmal anhand des in Figur 5 dargestellten Beispiels zweier binärer Signalteilfolgen der Länge 4.

In einem ersten Schritt werden die Teilkorrelationssummen  $TS(z)$  der zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$   $+-++$  mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge  $E(l)$  berechnet, und  
5 dann in einem zweiten Schritt jedes vierte Element der so erzeugten Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ausgewählt, mit dem entsprechenden Element der ersten Signalteilfolge  $K1(j)$   $+++-$  multipliziert und zur Korrelationsfolge  $S0$  aufsummiert.

10 Die dick gezeichneten Linien stellen dabei die neu durchzuführenden Berechnungsschritte dar für die Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S1$ , für den Fall, daß die übrigen Teilkorrelationssummen  $TS$  schon zuvor berechnet und abgespeichert wurden.

15 Diese Ausführungsvariante kann möglichst speichereffizient durchgeführt werden, wenn zunächst jede  $n2$ -te Teilkorrelationssumme berechnet wird. Dazu werden die Abtastwerte zwischengespeichert.

20 Die Figuren 9 bis 10 stellen eine andere Ausführungsvariante zur vereinfachten Berechnung von Korrelationssummen  $S$  anhand des schon oben erwähnten Beispiels zweier binärer Signalteilfolgen der Länge 4 vor.

25 Dabei wird zunächst jedes 4. Element der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt und die Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der so ausgewählten Elemente mit der Signalteilfolge  $K1(j)$  gebildet. Aus der so entstehenden Teilkorrelationssummenfolge  
30  $TS(z)$  werden jeweils 4 aufeinander folgende Elemente ausgewählt, paarweise mit entsprechenden Elementen der Signalteilfolge  $K2(k)$  multipliziert und die resultierenden Teilergebnisse zur Korrelationssumme  $S$  aufsummiert. Dabei stellen wieder die dick gezeichneten Linien die zusätzlich nötigen  
35 Schritte zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S1$  dar, für den Fall, daß die anderen Teilkorrelationssummen  $TS$  zuvor schon berechnet und abgespeichert wurden.

Figur 10 zeigt nochmals die Berechnung einer ersten Korrelationssumme  $S_0$  bei der zunächst jedes 4. Element der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt wird, diese Elemente mit entsprechenden Elementen der ersten Signalteilstfolge  $K_1(j)$  +++- multipliziert werden und durch Summation der Teilergebnisse die Teilkorrelationssumme  $TS(0)$  berechnet wird. In einem zweiten Schritt werden die ersten vier aufeinander folgenden Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  mit den entsprechenden Elementen der zweiten Signalteilstfolge  $K_2(k)$  +--+ multipliziert und die entstehenden Teilergebnisse zur Korrelationssumme  $S_0$  aufsummiert.

Bei dieser Ausführungsvariante wird weniger Speicher zum Zwischenspeichern der Teilkorrelationssummen benötigt, wenn die Summen sukzessive berechnet werden.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung macht von der durch das regelmäßige Konstruktionsprinzip der Signalfolge  $K(i)$  bedingten regelmäßigen (fast periodischen) Struktur der aperiodischen Autokorrelationsfunktion dieser Signalfolge Gebrauch. Dies bedeutet, daß sich bei der Suche eines Signals nicht nur ein Haupt-Maximum ergibt, sondern in regelmäßigen Abständen auch Nebenmaxima auftreten. Zur beschleunigten Suche nach der Signalfolge in der Empfangssignalfolge kann man die Regelmäßigkeit der Lage der Maxima ausnutzen. Sobald ein Nebenmaxima gefunden wurde, kann man aufgrund der Periodizität die Lage der anderen Maxima vorhersagen, d.h. man berechnet die Korrelationssumme lediglich an diesen Stellen. Auf diese Weise kann man schnell das Hauptmaximum detektieren. Allerdings kann es sich bei dem vermeintlichen Nebenmaximum auch nur um einen zufällig (wegen des Rauschanteils) erhöhten Wert handeln. In diesem Fall wird man an den potentiellen Stellen des erwarteten Hauptmaximums tatsächlich kein Maximum finden. Daher wird in diesem Fall die Hypothese verworfen und die Berechnung konventionell fortgesetzt.

Man kann die durch das Konstruktionsprinzip der Signalfolgen bedingte Regelmäßigkeit der Nebenmaxima aber auch zur Eliminierung und Korrektur störender Nebenmaxima im Korrelationsergebnis ausnutzen. Nach der Detektion des Maximums kann man  
5 aus dem Maximum die Nebenmaxima berechnen und diesen Wert von den entsprechenden Korrelationsergebnissen subtrahieren. Auf diese Weise erhält man das Korrelationsergebnis einer (hypothetischen) Folge mit perfekter Autokorrelationsfunktion. Dadurch ergibt sich durch die Regelmäßigkeit der Nebenmaxima  
10 eine stark vereinfachte Berechnung.

In Ausführungsvarianten der Erfindung werden zur Berechnung von Skalarprodukten, Korrelationssummen und/oder Teilkorrelationssummen Effiziente Golay Korrelatoren verwendet.

15 Figur 11 zeigt einen effizienten hierarchischen Korrelator für Signalfolgen, wobei als konstituierende Folgen K1, K2 Golayfolgen X, Y der Länge  $n_x$  bzw.  $n_y$  verwendet werden. Der Korrelator besteht aus zwei hintereinander geschalteten Matched  
20 Filtern (Figur 11 a), die jeweils als Efficient-Golay-Korrelatoren gebildet sind. Figur 11 b) zeigt den Matched Filter für die Folge X und Figur 11 c) zeigt den Matched Filter für die Folge Y.

25 In Figur 11 b) gelten folgende Bezeichnungen:

$n = 1, 2, \dots, NX$   
 $n_y$  Länge der Folge Y  
 $n_x$  Länge der Folge X  
30  $NX$  mit  $n_x = 2^{NX}$   
 $DX_n$   $DX_n = 2^{PX_n}$   
 $PX_n$  Permutation der  
Zahlen  $\{0, 1, 2, \dots, NX-1\}$   
für die Signalteilstolge X  
35  $WX_n$  Gewichte für die Signalteilstfolge X  
aus  $\{+1, -1, +i \text{ oder } -i\}$ .



In Figur 11 c) gelten folgende Bezeichnungen:

- $n = 1, 2, \dots, NY$   
 $ny$  Länge der Folge  $Y$   
 5  $NY$  mit  $ny=2^{NY}$   
 $DY_n$   $DY_n = 2^{PY_n}$   
 $PY_n$  Permutation der  
       Zahlen  $\{0, 1, 2, \dots, NY-1\}$   
       für die Signalteilfolge  $Y$   
 10  $WY_n$  Gewichte für die Signalteilfolge  $Y$   
       aus  $\{+1, -1, +i \text{ oder } -i\}$ .

Außerdem gelten in diesen Ausführungsvarianten folgende Definitionen und Bezeichnungen:

- 15  $a_n(k)$  und  $b_n(k)$  sind zwei komplexe Folgen der Länge  $2^N$ ,  
 $\delta(k)$  ist die Kronecker Delta-Funktion,  
 $k$  ist eine die Zeit repräsentierende ganze Zahl,  
 $n$  ist die Iterationsnummer,  
 $D_n$  ist die Verzögerung,  
 20  $P_n$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ , ist eine beliebige Permutation der  
 Zahlen  $\{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ ,  
 $W_n$  können als Gewichte die Werte  $+1, -1, +i, -i$  annehmen  
 und wird auch als Einheitsgröße bezeichnet.
- 25 Die Korrelation einer Golaysequenz der Länge  $2^N$  kann nun folgendermaßen effizient durchgeführt werden:  
 Man definiert die Folgen  $R_a^{(0)}(k)$  und  $R_b^{(0)}(k)$  als  $R_a^{(0)}(k) = R_b^{(0)}(k) = r(k)$ , wobei  $r(k)$  das Empfangssignal oder die Ausgabe einer anderen Korrelationsstufe ist.

- 30 Folgender Schritt wird  $N$  mal ausgeführt;  $n$  läuft von 1 bis  $N$ :

Berechne

$$R_a^{(n)}(k) = W_n^* \cdot R_b^{(n-1)}(k) + R_a^{(n-1)}(k - D_n)$$

- 35 Und

$$R_b^{(n)}(k) = W_n^* \cdot R_b^{(n-1)}(k) - R_a^{(n-1)}(k - D_n),$$

wobei  $W_n^*$  das konjugiert komplexe von  $W_n$  bezeichnet. Falls die Gewichte  $W$  reell sind, ist  $W_n^*$  identisch zu  $W_n$ .  
 $R_n^{(N)}(k)$  ist dann die zu berechnende Korrelationssumme.

- 5 Ein Efficient Golay Korrelator für einen PSC Code der Länge 256 ( $2^8$ ) Chips im Empfänger weist in der Regel  $2 \cdot 8 - 1 = 15$  komplexe Addierer auf. Mit der Kombination aus Hierarchischer Korrelation und Efficient Golay Korrelator sind für einen Hierarchischen Code - beschrieben durch zwei konstituierende
- 10 Sequenzen X und Y - der Länge 256 ( $2^4 \cdot 2^4$ ) nur  $2 \cdot 4 - 1 + 2 \cdot 4 - 1 = 14$  komplexe Addierer erforderlich (auch wenn vierwertige konstituierende Folgen eingesetzt werden). Damit wird der Berechnungsaufwand, der für die primäre Synchronisation in CDMA-Mobilfunksystemen sehr hoch ist, um 7% reduziert.

15

Im folgenden werden - jeweils durch Gliederungsstriche gekennzeichnet - Ausführungsvarianten der Erfindung angegeben, deren Realisierung bei Kenntnis der vorliegenden Anmeldung im Rahmen fachmännischen Handelns liegen:

20

- zur Bildung einer Codefolge der Länge  $2^{N_X+N_Y}$  werden zwei konstituierende Golaysequenzen der Länge  $n_x=2^{N_X}$  und  $n_y=2^{N_Y}$  verwendet und wie oben beschrieben hierarchisch aufgebaut.

- 25 - als Gewichte für die konstituierenden Golaysequenzen werden +1 und -1 verwendet und somit binäre Sequenzen erzeugt.

- als Gewichte für die konstituierenden Golaysequenzen werden +1, -1, i oder -i verwendet und somit 4-wertige Sequenzen
- 30 erzeugt.

- es werden reelle Golaysequenzen verwendet.

- es werden komplexe Golaysequenzen verwendet.

35

30

- es werden zwei konstituierende Golaysequenzen gleicher Länge verwendet.

- es werden zwei komplementäre Golaysequenzen verwendet.

5

- es wird nur ein Efficient-Golay-Korrelator, ggf. mit programmierbaren Delays zur wahlweisen Berechnung von einer oder beiden komplementären Golaysequenzen verwendet.

10 - es wird eine Folge wie beschrieben verwendet, aber noch zusätzlich Werte eingefügt; bei der Berechnung müssen diese Werte wie gewohnt akkumuliert werden. Der Rest der Berechnung kann aber wie beschrieben effizient durchgeführt werden. Dies erlaubt die Generierung von Folgen beliebiger Länge.

15

- es werden zwei konstituierende Teilfolgen verwendet.

- es werden mehrere konstituierende Teilfolgen verwendet.

20 - es wird nur für einen Teil der Teilfolgen eine Golay-Folge verwendet.

- es werden diese Folgen für den Synchronisationskanal in UMTS verwendet.

25

- es werden auf Frequenzfehler optimierte konstituierende Golaysequenzen verwendet.

30 - es werden zur Berechnung der Korrelation zwei hintereinander geschaltete Filter verwendet, wobei das eine ein Matched Filter auf die Golaysequenz X und das andere ein Matched Filter auf die Golaysequenz Y mit gespreizten Delays  $n_y \cdot DX_n$  ist.

35 - es werden zur Berechnung der Korrelation zwei hintereinander geschaltete Filter verwendet, wobei das eine ein Matched Filter auf die Golaysequenz X und das andere ein Matched Filter auf die Golaysequenz Y mit gespreizten Delays  $n_y \cdot DX_n$  ist

31

und die Ausgangssignale der Filter entsprechend dem Efficient-Golay-Korrelator-Algorithmus berechnet werden.

- es werden zur Berechnung der Teilkorrelationssummen der Efficient Golay Korrelationsalgorithmus und zu Ermittlung der gesamten Korrelation der Algorithmus für die hierarchische Korrelation verwendet.

- Die vorliegende Erfindung ist nicht auf Funkübertragungssysteme beschränkt, sondern kann auch bei Verwendung anderer Übertragungsverfahren z.B. akustischer Verfahren (Ultraschall), insbesondere zu Zwecken der Sonographie, oder optischer Verfahren, beispielsweise die Infrarotmessung nach Lidar-Prinzipien eingesetzt werden. Ein weiteres Anwendungsbiet ist die Untersuchung von Änderungen der spektralen Zusammensetzung von rückgestreuten Signalen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation (BS) mit einer Mobilstation (MS),

- 5 - bei dem eine Signalfolge  $K(i)$  der Länge 256 von der Basisstation (BS) ausgesendet wird, die dadurch erhältlich ist, daß eine zweite Signalteilfolge  $K2(k)$  der Länge  $n2=16$   $n1=16$  mal wiederholt und dabei mit der ersten Signalteilfolge  $K1(j)$  der Länge  $n1=16$  moduliert wird, wobei die Modulation der  
 10 zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \operatorname{div} n2), \text{ für } i = 0 \dots n1 * n2 - 1,$$

- wobei zumindest eine der Signalteilfolgen eine Golaysequenz  $X_n(k)$  der Länge  $n_x=n1=16$  ist, die durch folgende Beziehung bildbar ist:

$$X_0(k) = \delta(k)$$

$$X'_0(k) = \delta(k)$$

$$X_n(k) = X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n)$$

$$X'_n(k) = X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n) ,$$

20

$$k = 0, 1, 2, \dots, 2^{NX} - 1$$

$$n = 1, 2, \dots, NX$$

$$D_n = 2^{P_n}$$

mit

25

$$n_x = 16 = 2^{NX}$$

$$NX = 4$$

$\delta(k)$ : Kroneckersche Deltafunktion,

- wobei die zur Bildung einer Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren ( $P_1 P_2 P_3 P_4, W_1 W_2 W_3 W_4$ ; ) entnommen ist:

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1; 1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1;

33

1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1; .

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- 5 bei dem die Signalfolge  $K(i)$  nach folgendem Bildungsgesetz durch modulierte Wiederholung einer aus 16 Elementen bestehenden Signalteilfolge  $a$  erhältlich ist:

$K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$

- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei die Signalteilfolge  $K1(j)$  eine Golaysequenz ist, die durch die Delay-Matrix  $D = [8, 4, 1, 2]$  und die Gewichts-Matrix  $W = [1, -1, 1, 1]$  definiert ist.

- 15 4. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei die zur Bildung der ersten Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4;)$  entnommen ist:

- 20 3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; , und die zur Bildung der zweiten Signalteilfolge verwendete Permutation  $(P_1, P_2, P_3, P_4)$  gleich 3201 ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 25 bei dem die Signalfolge  $K(i)$  als Teil einer Empfangssignalfolge  $E(l)$  durch die Mobilstation (MS) empfangen und zu Synchronisationszwecken weiterverarbeitet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 30 bei dem die Signalfolge  $K(i)$  durch die Mobilstation (MS) ermittelt wird, wobei in der Mobilstation Kenntnisse über die erste und zweite Signalteilfolge  $K1(j), K2(k)$  herangezogen werden.

- 35 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

34

- bei dem in der Mobilstation (MS) Korrelationssummen  $S$  der Signalfolge  $K(i)$  mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge  $E(l)$  bestimmt werden,
- wobei eine Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der Signaltailfolge  $K2(k)$  mit entsprechenden Teilen der Empfangssignalfolge  $E(l)$  berechnet wird, und zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n1$  Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ausgewählt werden und im Sinne eines Skalarproduktes mit der Signaltailfolge  $K1(j)$  multipliziert werden.

10

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n1$  jeweils  $n2$ -te Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  ausgewählt werden.

15

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

- bei dem in der Mobilstation (MS) Korrelationssummen  $S$  der Signalfolge  $K(i)$  mit entsprechenden Abschnitten der Empfangssignalfolge  $E(l)$  bestimmt werden,
- wobei eine Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  der Signaltailfolge  $K1(j)$  mit ausgewählten Elementen der Empfangssignalfolge  $E(l)$  berechnet wird, und zur Berechnung einer Korrelationssumme  $S$   $n2$  Elemente der Teilkorrelationssummenfolge  $TS(z)$  im Sinne eines Skalarproduktes mit der Signaltailfolge  $K2(k)$  multipliziert werden.

25

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem zur Berechnung einer Teilkorrelationssumme  $TS$   $n1$  jeweils  $n2$ -te Elemente der Empfangssignalfolge  $E(l)$  ausgewählt werden.

30

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei dem berechnete Teilkorrelationssummen  $TS$  abgespeichert werden und zur Berechnung einer weiteren Korrelationssumme  $S$  verwendet werden.

35

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche , bei dem

in der Mobilstation (MS) zumindest teilweise zur Ermittlung der Signalfolge, insbesondere zur Berechnung zumindest einer Korrelationssumme, ein Efficient Golay Correlator (EGC) verwendet wird.

13. Verfahren zur Synchronisation einer Basisstation (BS) mit einer Mobilstation (MS), bei dem

- 10 - die Basisstation eine Synchronisationsfolge K der Länge 256 aussendet, die folgendermaßen aus einer aus 16 Elementen bestehenden Signalfolge a bildbar ist:

$K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$ ,  
und

- 15 - eine Mobilstation diese Synchronisationsfolge K empfängt und zu Synchronisationszwecken verarbeitet.

14. Basisstation (BS)

- mit Mitteln (SPE) zur Speicherung bzw. zur Bildung einer Signalfolge  $K(i)$ , die dadurch erhältlich ist, daß eine zweite Signalfolge  $K_2(k)$  der Länge  $n_2=16$   $n_1=16$  mal wiederholt und dabei mit der ersten Signalfolge  $K_1(j)$  der Länge  $n_1=16$  moduliert wird, wobei die Modulation der zweiten Signalfolge  $K_2(k)$  nach folgender Vorschrift erfolgt:

- 25  $K(i) = K_2(i \bmod n_2) * K_1(i \div n_2)$ , für  $i = 0 \dots n_1 * n_2 - 1$ ,

- wobei zumindest eine der Signalfolgen eine Golaysequenz  $X_n(k)$  der Länge  $n_x=n_1=16$  ist, die durch folgende Beziehung bildbar ist:

$$X_0(k) = \delta(k)$$

30  $X'_0(k) = \delta(k)$

$$X_n(k) = X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n)$$

$$X'_n(k) = X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n) ,$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, 2^{N_x} - 1$$



36

$$n = 1, 2, \dots, NX$$

$$D_n = 2^n$$

mit

$$nx=16=2^{NX}$$

5.  $NX=4$

$\delta(k)$ : Kroneckersche Deltafunktion,

- wobei die zur Bildung einer Signalteilfolge verwendete Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  folgender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1 P_2 P_3$

10  $P_4, W_1 W_2 W_3 W_4;)$  entnommen ist:

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1; 1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1; 1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1; und

- mit Mitteln zur Aussendung dieser Signalfolge  $K(i)$  zum Zwecke der Synchronisation mit einer Empfangseinheit (MS).

15. Mobilstation (MS)

20 - mit Mitteln zur Ermittlung einer Signalfolge  $K(i)$ , die dadurch erhältlich ist, daß eine zweite Signalteilfolge  $K2(k)$  der Länge  $n2=16$   $n1=16$  mal wiederholt und dabei mit der ersten Signalteilfolge  $K1(j)$  der Länge  $n1=16$  moduliert wird, wobei die Modulation der zweiten Signalteilfolge  $K2(k)$  nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \div n2), \text{ für } i = 0 \dots n1*n2-1,$$

- wobei zumindest eine der Signalteilfolgen eine Golaysequenz  $X_n(k)$  der Länge  $nx=n1=16$  ist, die durch folgende Beziehung bildbar ist:

30  $X_0(k) = \delta(k)$

$$X'_0(k) = \delta(k)$$

$$X_n(k) = X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k-D_n)$$

$$X'_n(k) = X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k-D_n) ,$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, 2^{37}-1$$
$$n = 1, 2, \dots, NX$$
$$D_n = 2^P$$

mit

5       $nx=16=2^{NX}$   
       $NX=4$

$\delta(k)$ : Kroneckersche Deltafunktion,

- wobei die zur Bildung einer Signalteilfolge verwendete  
Permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  und Einheitsgröße  $W_1, W_2, W_3, W_4$  fol-  
10 gender Menge von Permutation-Einheitsgrößen-Paaren  $(P_1 P_2 P_3$   
 $P_4, W_1 W_2 W_3 W_4 ;)$  entnommen ist:  
3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-  
1+1; 3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -  
1-1-1-1; 1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1;  
15 1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-  
1; 1023, -1-1-1-1;;  
und wobei Kenntnisse über die erste und zweite Signalteilfolge  
K1(j) K2(k)herangezogen werden.

GR 99 P 1755  
Foreign version

- 1 -

REPLACED BY  
ART 34 AMDT

11/1/97

Description

Method for forming and determining a signal sequence, a  
synchronization method, a transmitting unit and a  
5 receiving unit

The invention relates, in particular, to a method for  
forming a signal sequence to be transmitted with the  
aim of synchronizing at least two transmission units,  
10 and to a method for determining a signal sequence that  
can be formed in such a way, and to corresponding  
transmitting and receiving units.

In signal transmission systems, such as mobile radio  
15 systems, it is necessary for one of the communication  
partners (first transmission unit) to detect specific  
fixed signals which are emitted by another  
communication partner (second transmission unit). These  
can be, for example, what are termed synchronization  
20 bursts for synchronizing two synchronization partners  
such as radio stations, for example, or what are termed  
access bursts.

In order to detect or identify such received signals  
25 reliably by contrast with the ambient noise, it is  
known to correlate the received signal continuously  
with a prescribed signal sequence over a fixed time  
duration, and to form the correlation sum over the time  
duration of the prescribed signal sequence. The range  
30 of the received signal, which yields a maximum  
correlation sum, corresponds to the signal being  
searched for. Connected upstream, as what is termed a  
training sequence, of the synchronization signal from  
the base station of a digital mobile radio system, is,  
35 for example, a signal sequence which is detected or  
determined in the mobile station in the way just  
described by correlation with the stored signal

GR 99 P 1755

- 1a -

Foreign version

sequence. The mobile stations can thus be synchronized with the base station.

Foreign version

Such correlation calculations are also necessary in the base station, for example in the case of random-access-channel (RACH) detection. Moreover, a correlation calculation is also carried out to determine the  
5 channel pulse response and the signal propagation times of received signal bursts.

The correlation sum is calculated as follows in this case:

10

$$S_m = \sum_{i=0}^{n-1} E(i+m) * K(i)$$

E(i) being a received signal sequence derived from the received signal, and K(i) being the prescribed signal  
15 sequence, i running from 0 to n-1. The correlation sum S<sub>m</sub> is calculated sequentially for a plurality of temporally offset signal sequences E(i) obtained from the received signal, and then the maximum value of S<sub>m</sub> is determined. If k sequential correlation sums are to  
20 be calculated, the outlay on calculation is k \* n operations, the multiplication and addition being counted together as one operation.

The calculation of the correlation sums is therefore  
25 very complicated and, particularly in real time applications such as voice communication or radio telephony or in CDMA systems, requires powerful, and therefore expensive processors which have a high power consumption during calculation. For example, a known  
30 signal sequence of length 256 chips (a transmitted bit is also termed a chip in CDMA) is to be determined for the purpose of synchronizing the UMTS mobile radio system, which is being standardized. The sequence is repeated every 2560 chips. Since the mobile station  
35 initially operates asynchronously relative to the chip

Foreign version

clock, the received signal must be oversampled in order still to retain an adequate signal even given an unfavorable sampling situation. Because of the sampling of the I and Q components, this leads to

5  $256 \times 2560 \times 2 \times 2 = 2621440$  operations.

Foreign version

It is therefore also the object of the invention to specify methods and arrangements which permit signal sequences to be formed, and thus signal sequences to be specified, which are easy to determine in transmitted  
5 received signal sequences. It is also the object of the invention to specify a method and arrangements which permit these signal sequences to be determined comparatively easily by forming correlation sums.

10 The object is achieved by means of the features of the independent patent claims. Developments are to be gathered from the subclaims.

The invention is based on the idea of forming signal  
15 sequences by repeating a second partial signal sequence of length  $n_2$   $n_1$  times, in which process the first partial signal sequence (length  $n_1$ ) is used for modulation and at least one of the partial signal sequences is a Golay sequence also often termed a Golay  
20 complementary sequence.

It is thereby possible to form signal sequences which can be determined easily when they are contained in a received signal sequence. The use of Golay sequences is  
25 advantageous, in particular, because a very effective algorithm is known for this purpose for calculating the correlation.

Thus, for example, given the use of a hierarchical  
30 correlation sequence of length 256, which is constructed from 2 constituent Golay sequences of length 16, the computational outlay for the PSC (primary synchronization channel) of a UMTS system can be reduced by contrast with a conventional  
35 implementation by means of a Golay sequence of length 256 from 15 to 14 additions per calculated correlation output value.

Foreign version

A development of the invention provides that the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$ , and unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$ , used to form the partial signal sequence is taken from the following set



Foreign version

of permutation-unit variable pairs ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ;): 3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; and/or that the permutation ( $P_1, P_2, P_3, P_4$ ) used to form the second partial signal sequence is  
5 equal to 3201.

A particularly favorable variant implementation of the invention in ASICs is thereby rendered possible.

10 The signal sequences which can be formed or can be obtained by such a method are also within the scope of the invention owing to the specification of the method for forming signal sequences. In particular, also their use in data transmission systems, in particular for the  
15 purpose of synchronizing a mobile station with a base station.

In order to determine a prescribed signal sequence, contained in a received signal sequence, by means of  
20 determining correlation sums, a partial correlation sum sequence of the second partial signal sequence is calculated with the aid of corresponding parts of the received signal sequence. In order to calculate a correlation sum,  $n_1$  elements of the partial correlation  
25 sum sequence are selected and multiplied by the first partial signal sequence to produce a scalar product.

In a development of the invention, partial correlation sums once calculated are stored and used to calculate  
30 further correlation sums.

It is thus possible when calculating further correlation sums to make use of partial correlation sums already calculated and so to reduce the  
35 computational outlay enormously.

Foreign version

The term "received signal sequence" can also be understood as a signal sequence which is derived from a received signal by demodulation, filtering, derotation,  
5 scaling or analog-to-digital conversion, for example.

Foreign version

Of course, the term "determining a signal sequence" is also understood as determining the temporal opposition of a signal sequence.

- 5 The invention is described below in more detail with the aid of various exemplary embodiments, the explanation of which is shown by the following listed figures in which:
- 10 figure 1 shows a schematic of a mobile radio network,
- figure 2 shows a block diagram of a radio station,
- figure 3 shows a conventional method for calculating  
15 correlation sums,
- figure 4 shows a representation of signal sequences and partial signal sequences according to the invention,
- 20 figure 5 shows a schematic for the formation of the signal sequence according to the invention,
- figures 6, 7 and 8 show a schematic of a method for calculating a correlation sum,
- 25 figures 9 and 10 show a schematic of a variant design of a method for forming the correlation sum, and
- figure 11 shows a block diagram of an efficient  
30 hierarchical Golay correlator.

Illustrated in figure 1 is a cellular mobile radio network such as, for example, the GSM (Global System for Mobile Communication), which comprises a  
35 multiplicity of mobile switching centers MSC which are networked with one another and/or provide access to a fixed network PSTN/ISDN. Furthermore, these mobile

GR 99 P 1755

- 5a -

Foreign version

switching centers MSC are connected to in each case at least one base station controller BSC, which can also

Foreign version

be formed by a data processing system. A similar architecture is also to be found in a UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

5 Each base station controller BSC is connected, in turn,  
to at least one base station BS. Such a base station BS  
is a radio station which can use an air interface to  
set up a radio link to other radio stations, what are  
termed mobile stations MS. Information inside radio  
10 channels  $f$  which are situated inside frequency bands  $b$   
can be transmitted by means of radio signals between  
the mobile stations MS and the base station BS assigned  
to these mobile stations MS. The range of the radio  
signals of a base station substantially defines a radio  
15 cell FZ.

Base stations BS and a base station controller BSC can  
be combined to form a base station system BSS. The base  
station system BSS is also responsible in this case for  
20 radio channel management and/or assignment, data rate  
matching, monitoring the radiotransmission link, hand-  
over procedures and, in the case of a CDMA system,  
assigning the spread code set to be used, and transfers  
the signaling information required for this purpose to  
25 the mobile stations MS.

For FDD (Frequency-Division Duplex) systems such as the  
GSM, it is possible in the case of a duplex system to  
provide for the uplink  $u$  (mobile station (transmitting  
30 unit) to the base station (receiving unit)) frequency  
bands differing from those for the downlink  $d$  (base  
station (transmitting unit) to the mobile station  
(receiving unit)). A plurality of frequency channels  $f$   
can be implemented within the different frequency bands  
35  $b$  by means of an FDMA (Frequency-Division Multiple  
Access) method.

Foreign version

Within the scope of the present application, the transmission unit is also understood as a communication unit, transmitting unit, receiving unit, communication terminal, radio station, mobile station or base  
5 station. Terms and examples used

Foreign version

within the scope of this application frequently refer also to a GSM mobile radio system; however, they are not in any way limited thereto, but can easily be mapped by a person skilled in the art with the aid of  
5 the description onto other, possibly future, mobile radio systems such as CDMA systems, in particular wide-band CDMA systems.

Data can be efficiently transmitted, separated and  
10 assigned to one or more specific connections and/or to the appropriate subscriber via an air interface by means of multiple access methods. It is possible to make use for this purpose of time-division multiple access TDMA, frequency-division multiple access FDMA,  
15 code-division multiple access CDMA or a combination of a plurality of these multiple access methods.

In FDMA, the frequency band  $b$  is broken down into a plurality of frequency channels  $f$ ; these frequency  
20 channels are split up into time slots  $ts$  by means of time division multiple access TDMA. The signals transmitted within a time slot  $ts$  and a frequency channel  $f$  can be separated by means of spread codes, what is termed CDMA codes  $cc$ , that are modulated in a  
25 link-specific fashion onto the data.

The physical channels thus produced are assigned to logic channels according to a fixed scheme. The logic channels are physically distinguished into two types:  
30 signaling channels (or control channels) for transmitting signaling information (or control information) and, traffic channels (TCH) for transmitting useful data.

The signaling channels are further subdivided into:

35

Foreign version

- broadcast channels
- common channels
- dedicated/access control channels DCCH/ACCH

5 The group of broadcast channels includes the broadcast control channel BCCH, to which the MS receives radio information from the base station system BSS, the frequency



Foreign version

correction channel FCCH and the synchronization channel SCH. The common control channels include the random access channel RACH. The bursts or signal sequences that are transmitted to implement these logic channels  
5 can include in this case for different purposes signal sequences  $K(i)$ , what are termed correlation sequences, or signal sequences  $K(i)$  can be transmitted on these logic channels for different purposes.

10 A method for synchronizing a mobile station MS with a base station BS is explained below by way of example: during a first step of the initial search for a base station or search for a cell (initial cell search procedure), the mobile station uses the primary  
15 synchronization channel (SCH (PSC)) in order to achieve a time slot synchronization with the strongest base station. This can be ensured by means of a matched filter or an appropriate circuit which is matched to the primary synchronization code cp that is emitted by  
20 all the base stations. In this case, all the base stations BS emit the same primary synchronization code cp of length 256.

The mobile station uses correlation to determine from a  
25 received sequence the received signal sequences  $K(i)$ , using a principle which is explained in figures 6 to 11 and the associated description. In this case, peaks are output by the output of a matched filter for each received signal sequence of each base station located  
30 within the reception area of the mobile station. The detection of the position of the strongest peak permits the determination of the timing of the strongest base station modulo of the slot length. In order to ensure a greater reliability, the output of the matched filter

Foreign version

can be accumulated over the number of time slots in the non-coherent fashion. The mobile station therefore carries out a correlation over a signal sequence of length 256 chips as a matched-filter operation.

Foreign version

The synchronization code  $cp$  is formed in this case in accordance with a signal sequence  $K(i)$  using a principle as explained in figure 5 and the associated description, or can be formed in such a way or can be obtained in such a way. The signal sequence  $K(i)$  or the synchronization code  $cp$  of length 256 is formed in this case from two partial signal sequences  $K1(j)$ ,  $K2(k)$ , of length 16 in each case, or can be formed in such a way. These partial signal sequences form a partial signal sequence pair  $(K1(j); K2(k))$  in this case.

A signal sequence  $K(i)$  obtainable in such a way can also be termed in this case a "hierarchical signal sequence" or "hierarchical correlation sequence". A partial signal sequence can also be termed a "short correlation sequence" or "constituent sequence".

In this case, at least one partial signal sequence is a Golay sequence, also termed a Golay complementary sequence of length  $n_x$ , denoted here by  $X=X_{NX}(k)$ .  $X$  can be formed using the following relationship:

$$\begin{aligned} X_0(k) &= \delta(k) \\ X'_0(k) &= \delta(k) \\ X_n(k) &= X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n) \\ X'_n(k) &= X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= 0, 1, 2, \dots, 2^{NX}-1 \\ n &= 1, 2, \dots, NX \\ D_n &= 2^{P_n} \end{aligned}$$

where

$$\begin{aligned} n_x &= 2^{NX} \\ \sigma(k) &\text{ Kronecker delta function} \\ P_n, n &= 1, 2, \dots, NX; \text{ arbitrary permutation of the} \\ &\text{ numbers } \{0, 1, 2, \dots, NX-1\}, \end{aligned}$$

GR 99 P 1755

- 9a -

Foreign version

$W_n$  weights for the partial signal sequence  
(+1, -1, +i or -i).

## Foreign version

A method of Golay and Sivaswamy for generating Golay sequences as such is also known from "Efficient Pulse compressor for Golay Complementary Sequences", Electronic Letters Vol. 27, No. 3, pp. 219.

5

$W_n$  can therefore assume the values +1, -1, +i or -i, or assume the values +1 or -1 for the purpose of generating binary Golay sequences.

- 10 Within the scope of the present application,  $W_n$  is also denoted as a unit variable. The set of the variables  $D_n$ , used for a Golay sequence, which can be calculated from the permutation  $P_n$ , is also denoted as delay matrix; the set of the selected weights  $W_n$  is also  
15 denoted as a weight matrix.

For example,  $W = [1, -1, 1, 1]$  can be selected for the weights of the weight matrix, which means that  $W_1 = 1$ ;  $W_2 = -1$ ;  $W_3 = 1$ ;  $W_4 = 1$  and for the delay matrix  
20  $D = [8, 4, 1, 2]$ , which means that  $D_1 = 8 = 2^3 = 2^{P1}$ ;  $D_2 = 4 = 2^2 = 2^{P2}$ ;  $D_3 = 1 = 2^0 = 2^{P3}$ ;  $D_4 = 2 = 2^1 = 2^{P4}$ . The permutation  $P = [3; 2; 0; 1]$  yields the sequence  $X_4 = (1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1)$ . This sequence can be  
25  $K1(j)$ , for example.

By contrast with an orthogonal gold code used in conventional methods, the autocorrelation function of a signal sequence  $K(i)$  formed by two partial signal  
30 sequences generally has poorer autocorrelation properties. It has, for example, higher secondary maxima and a higher r.m.s. value of the secondary minima. Moreover, UMTS link level simulations show that when such signal sequences  $K(i)$  are used in PSC for  
35 slot synchronization in the case of a frequency shift

Foreign version

(frequency error) between the transmitter and receiver the synchronization error is generally higher than when an orthogonal gold code is used.

Foreign version

However, complicated simulation tools created specifically for this aim could be used to determine partial signal sequence pairs  $(K_1(j); K_2(k))$  consisting of at least one Golay sequence, on the basis of which  
5 it is possible to form signal sequences  $K(i)$  which can be reliably determined, in particular, for synchronization between the base station and mobile station even given a higher frequency shift between the transmitter and receiver, and thus lead to a small  
10 synchronization error. In this case, a frequency shift of 10 kHz was also the starting point in the simulations for the UMTS system. The use of a signal sequence  $K(i)$  or synchronization code  $c_p$  that is or can be formed in such a way substantially reduces the  
15 outlay on calculating the correlation sums, that is to say on determining the signal sequence  $K(i)$  in the receiving mobile station MS for the purpose of synchronization, without the need to accept a simultaneous increase in the synchronization error.  
20 Moreover, it is also possible to dispense with the use of expensive crystals in the receiver for the purpose of frequency stabilization.

The calculation of the autocorrelation function as a  
25 function of the frequency error proved to be particularly suitable in the case of the simulations for the purpose of assessing the synchronization properties of a signal sequence  $K(i)$  formed by a permutation-unit variable pair.

30

The calculation of the autocorrelation function taking account of a frequency shift between the transmitting and receiving units can also be carried out in this case in accordance with the following formula:

Foreign version

$$a(\kappa) = \text{ABS} \left( \sum_{i=0}^{n-1-\kappa} K(i) \cdot [K(i+\kappa) \cdot \exp(j \cdot 2\pi \cdot f_d \cdot i \cdot t_a)] \right)^*$$

 $\kappa$  shift $n$  length of the sequence



Foreign version

$i$  index

$f_d$  frequency shift

$t_a$  sampling interval

$[\ ]^*$  denotes the complex conjugate

5

In this case, the values  $a(\kappa)$  can be calculated for  $\kappa=0..n-1$ . If the result is a plurality of partial signal sequence pairs which lead to an equally good ratio of principal maximum to the maximum secondary maximum in the autocorrelation function of the resulting signal sequence  $K(i)$ , the partial signal sequence pairs which lead to a lower r.m.s. value of the secondary maxima can be selected in what follows. In this case, the ratio of the principal maximum to the maximum secondary maximum is to be as large as possible, and the r.m.s. value of the secondary minima is to be as small as possible. By using subsequent link level simulations on the UMTS system, for example, it is possible to determine partial signal sequence pairs which in the case of frequency errors of 0 kHz and 5 KHz and 10 kHz surprisingly behave with regard to the synchronization error as effectively as a conventional orthogonal gold code, which is not hierarchically designed and is known to have very good properties for synchronization.

In addition to the autocorrelation function, the following criteria can also be used to select partial signal sequence pairs  $(K1(j); K2(k))$ :

30

- Missed detection rate: select the partial signal sequence pairs by comparing the missed detection rate when carrying out complete simulations.
- 35 - Detection probabilities for a given frequency error and a given SNR in the case of AWGN channels.

Foreign version

It was possible using the complicated simulations to  
determine a set of Golay sequences of length 16,  
described by a set of permutation/unit variable pairs  
5 which is specified in one and/or

more of claims 5, 6, 7, 8 or 9 on the basis of which it is possible to form signal sequences  $K(i)$  which have a small synchronization error both for a frequency shift of zero between the transmitter and receiver and for a  
5 larger frequency shift in the case of use for synchronization purposes. This leads to a preferred selection of permutation/unit variable pairs from which partial signal sequences and, finally, signal sequences  $K(i)$  can be obtained or formed.

10

In one variant design of the invention, at least one partial signal sequence is a Golay sequence in particular of length 16, optimized with regard to the secondary maxima of the autocorrelation function even  
15 in the case of frequency errors.

It turned out to be advantageous in the case of the simulations explained above, to use a signal sequence  $K(i)$  based on a partial signal sequence, the  
20 permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and complex unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$  used to form the partial signal sequence being taken from the following set of permutation/unit variable pairs  $(P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4;)$ :

25 0213,+j+j+j-1; 0213,-j+j+j-1; 0213,+1-j+j-1; 0213,-1-j+j-1;  
0213,+1+j-j-1; 0213,-1+j-j-1; 0213,+j-j-j-1; 0213,-j-j-j-1;  
0213,+j+j+j+1; 0213,-j+j+j+1; 0213,+1-j+j+1; 0213,-1-j+j+1;  
0213,+1+j-j+1; 0213,-1+j-j+1; 0213,+1-j-j+1; 0213,-j-j-j+1;  
3120,+1-j+j-1; 3120,-1-j+j-1; 3120,+1+j-j-1; 3120,-1+j-j-1;  
30 3120,+1+j+j+j; 3120,-1-j+j+j; 3120,+1-j-j+j; 3120,-1-j-j+j;  
3120,+1+j+j-j; 3120,-1+j+j-j; 3120,+1-j-j-j; 3120,-1-j-j-j;  
3120,+1-j+j+1; 3120,-1-j+j+1; 3120,+1+j-j+1; 3120,-1+j-j+1;

It proved to be particularly advantageous in the case  
35 of the simulations explained above to use a signal sequence  $K(i)$  based on a partial signal sequence, the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and binary unit variable  $W_1, W_2,$

GR 99 P 1755

- 13a -

Foreign version

$W_3$ ,  $W_4$  used to form the partial signal sequence being taken

Foreign version

from the following set of permutation/unit variable pairs ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ):

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1; 1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1; 1023, -1-1-1+1; 1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1;.

10 It proved to be particularly advantageous in the case of the simulations explained above to use a signal sequence  $K(i)$  based on a partial signal sequence, the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and binary unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$  used to form the partial signal sequence being  
15 taken from the following set of permutation/unit variable pairs ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ):

3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; and the permutation ( $P_1, P_2, P_3, P_4$ ) used to  
20 form the second partial signal sequence is equal to 3201.

In addition to the permutation/unit variable representation, it is also possible to represent the  
25 Golay sequences by specifying the delay matrix and the weight matrix. The sequence with real weights which is specified as particularly advantageous in the first place above, the sequence (3201,+1-1+1+1) specified by the parameters ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ) is therefore  
30 defined by the delay matrix  $D = [8, 4, 1, 2]$  and the weight matrix  $W = [1, -1, 1, 1]$ .

Furthermore, the Golay sequence can also be represented explicitly by specifying the individual elements, the  
35 result for the above-named Golay sequence of length 16 being in this case:

$K_1 = \langle +1, +1, +1, -1, -1, +1, -1, -1, +1, +1, +1, -1, +1, -1, +1, +1 \rangle$

A further equivalent representation follows in the case of the mapping from +1 to 0 and -1 to 1 that is frequently used in the literature. The sequence is then defined by:

5

$\langle 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0 \rangle$

Thus, if Golay sequences of length 16 are used as partial signal sequences (constituent sequences) for the PSC of UMTS,  $W_n=1, -1, i, -i$  [lacuna] as weights, and an arbitrary permutation from  $D_n=\{1, 2, 4, 8\}$  [lacuna] as delays, the result is more than  $2^{12}$  different possibilities for each of the two constituent sequences, that is to say a total of  $2^{24}$  possibilities. In accordance with patent claims 5, 6, 7, 8 or 9, the scope of the invention includes approximately 10 to  $10^2$  permutation/unit variable pairs. The selected partial signal sequences therefore form only a very small subset of the fundamentally possible set of permutation/unit variable pairs that can be used to form 16-digit Golay sequences.

Figure 2 shows a radio station which can be a mobile station MS, consisting of an operating unit or interface unit MI, a control device STE, a processing device VE, a power supply device SVE, a receiving device EE and, if appropriate, a transmitting device SE.

The control device STE essentially comprises a program-controlled microcontroller MC, which can access memory chips SPE by writing and reading. The microcontroller MC controls and monitors all essential elements and functions of the radio station.

35 The processing device VE can also be formed by a

GR 99 P 1755

- 15a -

Foreign version

digital signal processor DSP, which can likewise access memory chips SPE. Addition and multiplication means can also be realized by means of the processing device VE.

## Foreign version

The program data required for controlling the radio station and the communication cycle, as well as, in particular, the signaling procedures, and information produced during the processing of signals are stored in the volatile or nonvolatile memory chips SPE. Moreover, signal sequences  $K(i)$  which are used for correlation purposes, and intermediate results of correlation sum calculations can also be stored therein. The signal sequences  $K(i)$  within the scope of the invention can thus be stored in the mobile station and/or the base station. It is also possible for one or more of the permutation/unit variable pairs set forth above or partial signal sequences or partial signal sequence pairs  $(K1(j); K2(k))$  derived therefrom to be stored in the mobile station and/or the base station. It is also possible for a signal sequence  $K(i)$  to be formed from a partial signal sequence pair  $(K1(j); K2(k))$  and/or a partial signal sequence to be formed from a permutation/unit variable pairs in the mobile station and/or the base station.

In particular, it is possible to store in a base station or in all the base stations in a system a signal sequence  $K(i)$  which is emitted at fixed or variable intervals for synchronization purposes. The partial signal sequence pair  $(K1(j); K2(k))$ , from which the signal sequence  $K(i)$  stored in the base station can be formed, is stored in the mobile station MS and is used to synchronize the mobile station with a base station in order to calculate the correlation sum favorably in terms of computation outlay.

The storage of the signal sequences or the partial signal sequences can also be performed by storing appropriate information in arbitrarily coded form, and can be implemented with the aid of means for storage



Foreign version

such as, for example, volatile and/or nonvolatile memory chips or by means of appropriately designed adder or multiplier inputs or appropriate

Foreign version

hardware configurations which have the same effect.

The high-frequency section HF comprises, if appropriate, the transmitting device SE, with a  
5 modulator and an amplifier V, and a receiving device EE with a demodulator and, likewise, an amplifier. The analog audio signals and the analog signals originating from the receiving device EE are converted by means of analog-to-digital conversion into digital signals and  
10 processed by the digital signal processor DSP. After processing, the digital signals are converted, if appropriate, by digital-to-analog conversion into analog audio signals or other output signals and analog signals that are to be fed to the transmitting device  
15 SE. Modulation or demodulation, respectively, is carried out for this purpose, if appropriate.

The transmitting device SE and the receiving device EE are fed with the frequency of a voltage-controlled  
20 oscillator VCO via the synthesizer SYN. The system clock for timing processor devices of the radio station can also be generated by means of the voltage-controlled oscillator VCO.

25 An antenna device ANT is provided for receiving and for transmitting signals via the air interface of a mobile radio system. The signals are received and transmitted in what are termed bursts that are pulsed over time in the case of some known mobile radio systems such as the  
30 GSM (Global System for Mobile Communication).

The radio station may also be a base station BS. In this case, the loudspeaker element and the microphone element of the operating unit MMI are replaced by a  
35 link to a mobile radio network, for example via a base station controller BSC or a switching device MSC.

Foreign version

The base station BS has an appropriate multiplicity of transmitting and receiving devices, respectively, in order to exchange data simultaneously with a plurality of mobile stations MS.

Foreign version

The received signal sequence  $E(1)$ , which can also be a signal sequence derived from a received signal, of length  $W$  is illustrated in figure 3. In order to calculate a first correlation sum  $S_0$  in accordance with the formula specified at the beginning, elements of a first section of this received signal sequence  $E(1)$  are multiplied in pairs by the corresponding elements of the signal sequence  $K(i)$  of length  $n$ , and the length of the resulting partial results is added to the correlation sum  $S_0$ .

In order to calculate a further correlation sum  $S_1$ , as illustrated in the figure, the signal sequence  $K(i)$  is shifted to the right by one element, and the elements of the signal sequence  $K(i)$  are multiplied in pairs by the corresponding elements of the signal sequence  $E(1)$ , and the correlation sum  $S_1$  is formed again by summing the partial results produced.

The pairwise multiplication of the elements of the signal sequence by corresponding elements of the received signal sequence, and the subsequent summation can also be described in vector notation as the formation of a scalar product, if the elements of the signal sequence and the elements of the received signal sequence are respectively aligned to form a vector of a Cartesian coordinate system:

$$S_0 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(i) \\ \vdots \\ E(n-1) \end{pmatrix} = K(0) * E(0) + \dots + K(i) * E(i) + \dots + K(n-1) * E(n-1)$$

Foreign version

$$S1 = \begin{pmatrix} K(0) \\ \vdots \\ K(i) \\ \vdots \\ K(n-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(i+1) \\ \vdots \\ E(n) \end{pmatrix} = K(0) * E(1) + \dots + K(i) * E(i+1) + \dots + K(n-1) * E(n)$$

In the correlation sums  $S$  thus determined, it is possible to search for the maximum and compare the maximum of the correlation sums  $S$  with a prescribed threshold value and thus determine whether the prescribed signal sequence  $K(i)$  is included in the received signal  $E(1)$  and if so where it is located in the received signal  $E(1)$  and thus two radio stations are synchronized with one another or data are detected on to which an individual spread code has been modulated in the form of a signal sequence  $K(i)$ .

Represented again in figure 4 is the received signal sequence  $E(1)$  and, as correlation sequence a signal sequence  $K(i)$  which is based on the partial signal sequences  $K1(j)$ ,  $K2(k)$ .

Represented in figure 5 is the formation of a signal sequence  $K(i)$  which is based on two partial signal sequences  $K2(k)$  of length  $n2$  and  $K1(j)$  of length  $n1$ . For this purpose, the partial signal sequence  $K2(k)$  is repeated  $n1$  times and modulated in the process by the partial signal sequence  $K1(k)$ . The formation of the signal sequence  $K(i)$  can also be expressed mathematically by the following formula:

$$K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \operatorname{div} n2), \text{ for } i = 0 \dots n1 * n2 - 1$$

$\bmod$  denotes the integral remainder of a division, and  $\operatorname{div}$  denotes the integral result of a division.

Foreign version

This is illustrated by a sequence  $f_2$  which consists of the repeated, sequentially mapped partial signal sequences  $K_2(k)$ , and a sequence  $f_1$  which is mapped by an extended partial signal sequence  $K_1(j)$  over the  
5 sequence  $f_2$ .

The new signal sequence  $K(i)$  of length  $n$  is produced by multiplying the elements of the sequence  $f2$  by the corresponding elements, mapped over the sequence  $f2$ , of the sequence  $f1$ . This generation of a signal sequence  
5  $K(i)$  is represented once again at the bottom of the illustration with the aid of an example of two binary partial signal sequences of length 4.

The invention is not, of course, limited to partial  
10 signal sequences of length 4 or signal sequences of length 16. Neither is the invention limited to the mathematical description used above.

For example, the following representation for partial  
15 signal sequences of length 16 or signal sequences of length 256 correspond in content to the mathematical representation used above, and is therefore likewise contained in the invention:

20 For example, if use is made for  $K1$  of the Golay sequence, described above as particularly favorable, with the permutation/unit variable representation (3201 , +1-1+1+1) or the explicit representation  $\langle +1, +1, +1, -1, -1, +1, -1, -1, +1, +1, +1, -1, +1, -1, +1, +1 \rangle$ , and  
25 for  $K2$  of a sequence  $a$  consisting of 16 elements, it is also possible to write the repeated, sequentially mapped partial signal sequences  $K2$  and  $a$ , which are modulated with the value of the respective element of the sequence  $K1$ , as follows:

30

$K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$

Signal sequences  $K(i)$  formed in such a way can be used for simplified calculation of correlation sums of these signal  
35 sequences  $K(i)$  with received signal sequences  $E(l)$ . The signal sequence of length 256 thus formed can, for

GR 99 P 1755

- 20a -

Foreign version

example, be emitted for synchronization purposes as  
primary synchronization code cp of length 256.



Foreign version

A schematic of such a simplified calculation of correlation sums  $S$ , which is therefore also faster and more favorable in terms of outlay, is represented in figures 6 to 8, which are examined below.

5

The first step is to form a partial correlation sum  $TS(z)$ . For this purpose, for example, the correlation sum of the second partial signal sequence  $K2(k)$  with the corresponding section of the received signal sequence  $E(l)$  is formed for the first element of the partial correlation sequence  $TS(0)$ .

$$TS(0) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(0) \\ \vdots \\ E(k) \\ \vdots \\ E(n2-1) \end{pmatrix} = K2(0) * E(0) + \dots + K2(k) * E(k) + \dots + K2(n2-1) * E(n2-1)$$

15 As illustrated, for the second element of the partial correlation sum sequence  $TS(1)$  the second partial signal sequence  $K2(k)$  is shifted by one element, and the correlation sum with the corresponding element of the received signal sequence  $E(l)$  is likewise formed, etc.

20

$$TS(1) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(1) \\ \vdots \\ E(k+1) \\ \vdots \\ E(n2) \end{pmatrix} = K2(0) * E(1) + \dots + K2(k) * E(k+1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2)$$

The  $n$ -th element of the partial correlation sum sequence  $TS(n1*n2-1)$  is calculated correspondingly after  $n-1$  shifts of the second partial signal sequence  $K2(k)$  with respect to the received signal sequence  $E(l)$ .

25

Foreign version

$$TS(n-1) = \begin{pmatrix} K2(0) \\ \vdots \\ K2(k) \\ \vdots \\ K2(n2-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E(n-1) \\ \vdots \\ E(k+n-1) \\ \vdots \\ E(n2+n-2) \end{pmatrix} =$$

$$= K2(0) * E(n-1) + \dots + K2(k) * E(k+n-1) + \dots + K2(n2-1) * E(n2+n-2)$$

The partial correlation sum sequence  $TS(z)$  thus produced is represented at the top in figure 7. Each  $n2$ -th element is now selected from this partial correlation sum sequence and multiplied by the  
 5 corresponding element of the first partial signal sequence  $K1(j)$  in pairs.

Combining the selected elements of the partial  
 10 correlation sum sequence  $TS(z)$  and the first partial signal sequence  $K1(k)$  to form vectors in each case produces the first correlation sum  $S0$  by means of the scalar product of these two vectors.

$$S0 = \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(0) \\ \vdots \\ TS(j * n2 - 1) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2 - 1) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2 - 1) + \dots$$

15

Figure 7 shows at the bottom the corresponding calculation of further correlation sums  $S1$  and  $S2$ , respectively, through the selection of  $n2$ -th elements  
 20 situated one or two to the right of the initially selected elements:

$$S1 = \begin{pmatrix} K1(0) \\ \vdots \\ K1(j) \\ \vdots \\ K1(n1-1) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} TS(1) \\ \vdots \\ TS(j * n2) \\ \vdots \\ TS((n1-1) * n2) \end{pmatrix} = K1(0) * TS(0) + \dots + K1(j) * TS(j * n2) + \dots$$

GR 99 P 1755

- 22a -

Foreign version

By storing partial correlation sums TS once calculated,  
it is possible to have recourse to them again when  
later calculating

Foreign version

further correlation sums, and thus to dispense with the corresponding computational steps.

Depending on the design variant, it is possible either  
5 firstly to calculate the complete partial correlation  
sum sequence  $TS(z)$  over the entire received signal  
sequence  $E(l)$ , and then to calculate the individual  
correlation sums, or not to calculate the corresponding  
10 additionally required partial correlation sums until  
required for the purpose of calculating a new  
correlation sum.

Figure 8 shows, once again, the method consisting of  
two steps, for calculating correlation sums  $S$ , this  
15 time with the aid of the example, represented in  
figure 5, of two binary partial signal sequences of  
length 4.

In a first step, the partial correlation sums  $TS(z)$  of  
20 the second partial signal sequence  $K2(k)$   $+-+-$  are  
calculated with corresponding sections of the received  
signal sequence  $E(l)$  and, in a second step, each fourth  
element of the partial correlation sum sequence  $TS(z)$   
thus produced is then selected, multiplied by the  
25 corresponding element of the first partial signal  
sequence  $K1(j)$   $+++-$ , and summed to form the correlation  
sequence  $S0$ .

The bold lines in this case represent the calculation  
30 steps that have to be carried out anew for calculation  
of a further correlation sum  $S1$  for the case in which  
the remaining partial correlation sums  $TS$  have already  
previously been calculated and stored.

35 This variant design can be carried out as efficiently  
as possible in terms of storage if each  $n2$ -th partial

Foreign version

correlation sum is firstly calculated. The samples are buffered for this purpose.

Figures 9 to 10 present another variant design for  
5 simplified calculation of correlation sums  $S$  with the aid of

Foreign version

the example, already mentioned above, of two binary partial signal sequences of length 4.

The first step here is to select each 4th element of  
5 the received signal sequence  $E(l)$  and to form the  
partial correlation sum sequence  $TS(z)$  of the elements  
thus selected with the partial signal sequence  $K1(k)$ .  
Four sequential elements are respectively selected from  
the partial correlation sum sequence  $TS(z)$  thus  
10 produced and multiplied in pairs by corresponding  
elements of the partial signal sequence  $K2(k)$ , and the  
resulting partial results are summed to form the  
correlation sum  $S$ . Once again, here, the bold lines  
represent the additionally required steps for  
15 calculating a further correlation sum  $S1$  for the case  
in which the other partial correlation sums  $TS$  have  
already been calculated and stored before.

Figure 10 shows, once again, the calculation of a first  
20 correlation sum  $S0$ , in the case of which firstly each  
4th element of the received signal sequence  $E(l)$  is  
selected, these elements are multiplied by  
corresponding elements of the first partial signal  
sequence  $K1(k)$  +++-, and the partial correlation sum  
25  $TS(0)$  is calculated by summing the partial results. In  
a second step the first 4 sequential elements of the  
partial correlation sum sequence  $TS(z)$  are multiplied  
by the corresponding elements of the second partial  
signal sequence  $K2(k)$  +-++, and the partial results  
30 produced are summed to form the correlation sum  $S0$ .

This variant design requires less storage for buffering  
the partial correlation sums when the sums are  
calculated successively.

35

A further refinement of the invention utilizes the  
regular (fast periodic) structure, caused by the

Foreign version

regular design principle of the signal sequence  $K(i)$ , of the aperiodic autocorrelation function of this signal sequence. This means that when a signal is being sought

Foreign version

not only is a principal maximum produced, but secondary maxima also occur at regular intervals. The regularity of the position of the maxima can be utilized to accelerate the search for the signal sequence in the received signal sequence. As soon as a secondary maxima has been found, it is possible to predict the position of the other maxima on the basis of the periodicity. That is to say the correlation sum is calculated only at these points. The principal maximum can be detected quickly in this way. However, the supposed secondary maximum can also be only a randomly increased value (because of the noise component). In this case, no maximum will actually be found at the potential points of the expected principal maximum. Consequently, the hypothesis is rejected in this case and the calculation is continued conventionally.

However, the regularity, caused by the design principle of the signal sequences, of the secondary maxima can also be utilized to eliminate and correct interfering secondary maxima in the correlation result. After the detection of the maximum, the secondary maxima can be calculated therefrom and this value can be subtracted from the corresponding correlation results. The correlation result of a (hypothetical) sequence with a perfect autocorrelation function is obtained in this way. This results in a greatly simplified calculation owing to the regularity of the secondary maxima.

In variant designs of the invention, efficient Golay correlators are used to calculate scalar products, correlation sums and/or partial correlation sums.

Figure 11 shows an efficient hierarchical correlator for signal sequences, Golay sequences X,Y of length  $n_x$  and  $n_y$  respectively being used as constituent sequences



Foreign version

K1, K2. The correlator consists of two series-connected matched filters (figure 11a) which are respectively formed as efficient Golay correlators. Figure 11b) shows the matched

Foreign version

filter for the sequence X, and figure 11 c) shows the matched filter for the sequence Y.

The following designations apply in figure 11 b):

- 5
- $n = 1, 2, \dots, NX$
- $ny$  length of sequence Y
- $nx$  length of sequence X
- $NX$  with  $nx=2^{NX}$
- 10  $DX_n$   $DX_n = 2^{PX_n}$
- $PX_n$  permutation of the  
           numbers  $\{0, 1, 2, \dots, NX-1\}$   
           for the partial signal sequence X
- $WX_n$  weights for the partial signal sequence X
- 15           from  $(+1, -1, +i$  or  $-i)$

The following designations apply in figure 11 c):

- $n = 1, 2, \dots, NY$
- 20  $ny$  length of sequence Y
- $NY$  with  $ny=2^{NY}$
- $DY_n$   $DY_n = 2^{PY_n}$
- $PY_n$  permutation of the  
           numbers  $\{0, 1, 2, \dots, NY-1\}$
- 25           for the partial signal sequence Y
- $WY_n$  weights for the partial signal sequence Y  
           from  $(+1, -1, +i$  or  $-i)$

Definition:

- 30  $a_n(k)$  and  $b_n(k)$  are two complex sequences of length  $2^N$ ,  
 $\delta(k)$  is the Kronecker delta function  
 $k$  is an integer representing time,  
 $n$  is the iteration number,  
 $D_n$  is the delay,
- 35  $P_n$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ , is an arbitrary permutation  
 of the numbers  $\{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ ,

Foreign version

$W_n$  can assume the values +1, -1, +i, -i as weights and is also designated as unit variable.

The correlation of a Golay sequence of length  $2^N$  can be  
5 carried out efficiently as follows:

The sequences  $R_a^{(0)}(k)$  and  $R_b^{(0)}(k)$  are defined as  
 $R_a^{(0)}(k) = R_b^{(0)}(k) = r(k)$ ,  $r(k)$  being the received signal  
or the output of another correlation stage.

10 The following step is executed N times: n runs from  
1 to N:

Calculate

$$R_a^{(n)}(k) = W_n^* * R_b^{(n-1)}(k) + R_a^{(n-1)}(k - D_n)$$

15 And

$$R_b^{(n)}(k) = W_n^* * R_a^{(n-1)}(k) + R_b^{(n-1)}(k - D_n),$$

$W_n^*$  designating the complex conjugate of  $W_n$ . If the  
weights W are real,  $W_n^*$  is identical to  $W_n$ .

20  $R_a^{(n)}(k)$  is then the correlation sum to be calculated.

An efficient Golay correlator for a PSC code of length  
256 ( $2^8$ ) chips in the receiver generally has  $2 \cdot 8 - 1 = 15$   
complex adders.

25

With the combination of hierarchical correlation and  
efficient Golay correlator, a hierarchical code -  
described by two constituent sequences X and Y - of  
length 256 ( $2^4 \cdot 2^4$ ) requires only  $2 \cdot 4 - 1 + 2 \cdot 4 - 1 = 14$  complex  
30 adders (even when use is made of four-valued  
constituent sequences).

This reduces by 7% the outlay on calculation, which is  
very high for the primary synchronization in CDMA  
35 mobile radio systems.

GR 99 P 1755

- 27a -

Foreign version

Specified below - marked in each case by dividing  
dashes - of variant designs of the invention

## Foreign version

the implementation of which are within the activity of a person skilled in the art given knowledge of the present application:

- 5    -    to form a code sequence of length  $2^{N_X+N_Y}$ , two constituent Golay sequences of length  $n_x=2^{N_X}$  and  $n_y=2^{N_Y}$  are used and are hierarchically constructed as described above.
- 10   -    +1 and -1 are used as weights for the constituent Golay sequences, binary sequences thereby being produced.  
  
     -    +1, -1, i or -i are used as weights for the  
15   constituent Golay sequences, four-valued sequences thereby being produced.  
  
     -    Real Golay sequences are used.
- 20   -    Complex Golay sequences are used.  
  
     -    Two constituent Golay sequences of equal length are used.
- 25   -    Two complementary Golay sequences are used.  
  
     -    Only one efficient Golay correlator, with programmable delays, if appropriate, is used for optional calculation of one or both complementary Golay  
30   sequences.
- A sequence is used as described, but additional values are also inserted; these values must be accumulated as usual during the calculation. The  
35   remainder of the calculation can, however, be carried out efficiently as described. This permits the generation of sequences of arbitrary length.

GR 99 P 1755

- 28a -

Foreign version

- Two constituent sub-sequences are used.

Foreign version

- A plurality of constituent sub-sequences are used.
  - A Golay sequence is used only for some of the sub-sequences.
- 5
- These sequences are used for the synchronization channel in UMTS.
  - Constituent Golay sequences optimized for
- 10 frequency error are used.
- Two series-connected filters are used to calculate the correlation, one being a matched filter matched to the Golay sequence X, the other being a matched filter
- 15 matched to the Golay sequence Y with spread delays  $n_y \cdot DX_n$ .
- Two series-connected filters are used to calculate the correlation, one being a matched filter matched to the Golay sequence X, and the other being a matched
- 20 filter matched to the Golay sequence Y with spread delays  $n_y \cdot DX_n$ , and the output signals of the filters being calculated in accordance with the efficient Golay correlator algorithm.
- The efficient Golay correlation algorithm is used
- 25 to calculate the partial correlation sums and the algorithm for the hierarchical correlation is used to determine the overall correlation.
- 30 The present invention is not limited to radio transmission systems, but can also be employed in the use of other transmission methods, for example, acoustic method (ultrasound) in particular, for the purposes of sonography, or optical methods, for example
- 35 infrared measurement using lidar principles. A further field of application is the investigation of changes in

Foreign version

the spectral composition of backscattered signals. The formation of signal sequences, their transmission and the calculation of



## Foreign version

correlation sums of these signal sequences with received signal sequences can also be applied in the following differing technical fields:

- 5    -    for the purpose of synchronizing two transmission units such as, for example, radio stations, in particular using these sequences in the synchronization channel in CDMA mobile radio systems such as the UMTS system currently being standardized,
- 10    -    in data transmission by means of transmitted symbols and/or data, spread by the signal sequence, in spread spectrum systems, in particular for determining transmit symbols and/or data, onto which such a signal
- 15    shape has been modulated,
- in metrology for the purpose of distance and object measurement,
- 20    -    in order to determine transmission properties of the transmission channel situated between transmission units such as transmitting unit and receiving unit, in radar metrology in order to determine the position of an object and/or further parameters dependent on the
- 25    geometry and the specific reflective properties of the object,
- in order to determine transmission properties of the transmission channel located between transmitter
- 30    and receiver, in radar metrology in order to determine parameters for a backscattering medium, in particular the ionosphere, in particular by means of incoherent scattering,
- 35    -    in order to determine transmission properties of the transmission channel situated between transmission

Foreign version

units such as transmitting unit and receiving unit, in particular in order to determine multipath propagations in metrology or communications technology. In this case, the correlation result is used during the

5 communication to determine temporally

Foreign version

changing propagation properties of the transmission channel (channel pulse response). In particular, additional paths of the multipath propagation are determined. The signal sequences  $K(i)$  can also be  
5 determined for this purpose in the form of a midamble within a burst. This knowledge can the be further used in an otherwise conventional receiving unit.

Foreign version

## Patent claims

1. A method for forming a signal sequence  $K(i)$  of length  $n$ , in which the signal sequence  $K(i)$  is based on a first partial signal sequence  $K1(j)$  of length  $n1$  and a second partial signal sequence  $K2(k)$  of length  $n2$ , the second partial signal sequence  $K2(k)$  being repeated  $n1$  times and being modulated in the process by the first partial signal sequence  $K1(j)$ , and at least one of the partial signal sequences being a Golay sequence.
2. The method as claimed in claim 1, in which the signal sequence  $K(i)$  is of length 256 and the signal sequence  $K(i)$  is based on a first partial signal sequence  $K1(j)$  of length 16 and a second partial signal sequence  $K2(k)$  of length 16, the second partial signal sequence  $K2(k)$  being repeated 16 times and modulated in the process by the first partial signal sequence  $K1(j)$ .
3. The method as claimed in one of the preceding claims, in which the signal sequence  $K(i)$  is formed by modulating the second partial signal sequence  $K2(k)$  using the following rule:  
 $K(i) = K2(i \bmod n2) * K1(i \text{ div } n2)$ , for  $i = 0 \dots n1 * n2 - 1$ .
4. The method as claimed in one of the preceding claims, in which at least one of the partial signal sequences is a Golay sequence  $X_n(k)$  of length  $n_x$ , which can be formed using the following relationship:

$$X_0(k) = \delta(k)$$

$$X'_0(k) = \delta(k)$$

$$X_n(k) = X_{n-1}(k) + W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n)$$

$$X'_n(k) = X_{n-1}(k) - W_n \cdot X'_{n-1}(k - D_n),$$

GR 99 P 1755

- 32a -

Foreign version

$$k = 0, 1, 2, \dots, 2^{NX-1}$$

$$n = 1, 2, \dots, NX$$

Foreign version

$$D_n = 2^{P_n}$$

where

$$n_x = 2^{NX}$$

 $\sigma(k)$  Kronecker delta function

- 5  $P_n$ ,  $n = 1, 2, \dots, NX$ ; arbitrary permutation of the numbers  $\{0, 1, 2, \dots, NX-1\}$  for the X sequence,  $W_n$  weights for the X sequence (+1, -1, +i or -i).

- 10 5. The method as claimed in one of the preceding claims, in which the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$  used to form a partial signal sequence is taken from the following set of permutation/unit variable pairs ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ):

- 15 0213, +j+j+j-1; 0213, -j+j+j-1; 0213, +1-j+j-1; 0213, -1-j+j-1;  
0213, +1+j-j-1; 0213, -1+j-j-1; 0213, +j-j-j-1; 0213, -j-j-j-1;  
0213, +j+j+j+1; 0213, -j+j+j+1; 0213, +1-j+j+1; 0213, -1-j+j+1;  
0213, +1+j-j+1; 0213, -1+j-j+1; 0213, +1-j-j+1; 0213, -j-j-j+1;  
20 3120, +1-j+j-1; 3120, -1-j+j-1; 3120, +1+j-j-1; 3120, -1+j-j-1;  
3120, +1+j+j+j; 3120, -1-j+j+j; 3120, +1-j-j+j; 3120, -1-j-j+j;  
3120, +1+j+j-j; 3120, +1+j+j-j; 3120, +1-j-j-j; 3120, -1-j-j-j;  
3120, +1-j+j+1; 3120, -1-j+j+1; 3120, +1+j-j+1; 3120, -1+j-j+1;.

- 25 6. The method as claimed in one of claims 1 to 4, in which the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$  used to form the partial signal sequence is taken from the following set of permutation/unit variable pairs ( $P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4$ ):

- 30 3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1+1+1; 3201, +1-1-1+1; 3201, -1-1-1+1;  
3201, +1-1+1-1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; 3201, -1-1-1-1;  
1023, +1+1-1+1; 1023, -1+1-1+1; 1023, +1-1-1+1; 1023, -1-1-1+1;  
1023, +1+1-1-1; 1023, -1+1-1-1; 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1;  
35 1023, +1-1-1-1; 1023, -1-1-1-1;.

7. The method as claimed in claim 6, in which

## Foreign version

the signal sequence  $K(i)$  is formed using the following formation law by modulated repetition of a partial signal sequence  $a$  consisting of 16 elements:

5  $K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$

8. The method as claimed in claim 6, in which the partial signal sequence  $K1(j)$  is a Golay sequence  
10 which is defined by the delay matrix  $D = [8, 4, 1, 2]$  and the weight matrix  $W = [1, -1, 1, 1]$ .

9. The method as claimed in one of claims 1 to 4, in which the permutation  $P_1, P_2, P_3, P_4$  and unit variable  $W_1, W_2, W_3, W_4$  used to form the partial  
15 signal sequence is taken from the following set of permutation/unit variable pairs  $(P_1, P_2, P_3, P_4, W_1, W_2, W_3, W_4)$ :

20 3201, +1-1+1+1; 3201, -1-1-1+1; 3201, -1-1+1-1; 3201, +1-1-1-1; and

the permutation  $(P_1, P_2, P_3, P_4)$  used to form the second partial signal sequence is equal to 3201.

10. The method as claimed in one of the preceding  
25 claims, in which the formation and/or transmission of the signal sequence  $K(i)$  is performed with the aim of synchronizing at least two transmission units.

30 11. A method for determining a prescribed signal sequence  $K(i)$  which is contained in a received signal sequence  $E(l)$  and can be obtained by the method as claimed in one of claims 1 to 9, by determining the correlation sums  $S$  of the signal  
35 sequence  $K(i)$  with corresponding sections of the received signal sequence  $E(l)$ , in which a partial correlation sum sequence  $TS(z)$  of the partial

## Foreign version

- 5        signal sequence  $K2(k)$  with corresponding parts of  
the received signal sequence  $E(l)$  is calculated, and  
n1 elements of the partial correlation sum  
sequence  $TS(z)$  are selected in order to calculate  
a correlation sum  $S$ , and are multiplied by the  
partial signal sequence  $K1(j)$  to produce a scalar  
product.
- 10        12. The method as claimed in claim 11, in which n1 in  
each case n2-th elements of the partial  
correlation sum sequence  $TS(z)$  are selected to  
calculate a correlation sum  $S$ .
- 15        13. The method for determining a prescribed signal  
sequence  $K(i)$  which is contained in a received  
signal sequence  $E(l)$  and can be obtained by the  
method as claimed in one of claims 1 to 9, by  
determining the correlation sums  $S$  of the signal  
sequence  $K(i)$  with corresponding sections of the  
20        received signal sequence  $E(l)$ , in which a partial  
correlation sum sequence  $TS(z)$  of the partial  
signal sequence  $K1(j)$  with selected elements of  
the received signal sequence  $E(l)$  is calculated, and  
n2 elements of the partial correlation sum  
25        sequence  $TS(z)$  are multiplied by the partial  
signal sequence  $K2(k)$  to produce a scalar product  
in order to calculate a correlation sum  $S$ .
- 30        14. The method as claimed in claim 13, in which n1 in  
each case n2-th elements of the received signal  
sequence  $E(l)$  are selected to calculate a partial  
correlation sum  $TS$ .
- 35        15. The method as claimed in one of claims 11 to 14,  
in which calculated partial correlation sums  $TS$   
are stored and used to calculate a further  
correlation sum  $S$ .



Foreign version

16. The method as claimed in one of claims 11 to 15,  
in which at least one scalar product is calculated  
by means of an efficient Golay correlator (EGC).

## Foreign version

17. The method as claimed in one of claims 11 to 16,  
in which at least one partial correlation sum or  
at least one partial correlation sum sequence  
TS(z) is calculated by an efficient Golay  
5 correlator (EGC).
18. The method as claimed in one of claims 11 to 17,  
in which at least one correlation sum S is  
calculated from the partial correlation sum  
10 sequence TS(z) by an efficient Golay correlator  
(EGC).
19. A method for synchronizing a base station (BS)  
with a mobile station (MS), in which  
15 the base station emits a signal sequence K(i)  
which can be obtained by a method as claimed in  
one of claims 1 to 10, and the mobile station  
determines the signal sequence K(i) as claimed in  
one of claims 11 to 18.
- 20
20. A method for synchronizing a base station (BS)  
with a mobile station (MS), in which  
- the base station emits a synchronization  
sequence K(i) of length 256 which can be formed  
25 by virtue of the fact that  
- a second partial signal sequence K2(k) of  
length 16 is repeated 16 times and is modulated  
in the process by a first partial signal  
sequence K1(j) of length 16,  
30 - at least one of the partial signal sequences  
being a Golay sequence, and  
- a mobile station determines this  
synchronization sequence.
- 35
21. A transmitting unit (BS) having means (SPE) for  
storing a signal sequence K(i) which can be

Foreign version

obtained by the method as claimed in one of  
claims 1 to 10, and means for emitting this  
signalsequence  $K(i)$  with the aim of  
synchronization with a receiving unit (MS).

5

22. A transmitting unit (MS) having

## Foreign version

- means (SPE) for storing a permutation/unit variable pair which is taken from a set of permutation/unit variable pairs, which is specified in claims 5 to 9, means for forming a signal sequence  $K(i)$  in accordance with a method as claimed in one of claims 1 to 10, and means for emitting this signal sequence  $K(i)$  with the aim of synchronization with a receiving unit (MS).
23. A transmitting unit (BS) having
- multiplication means (DSP) for forming a signal sequence  $K(i)$  as claimed in one of claims 1 to 8, and means for emitting this signal sequence  $K(i)$  with the aim of synchronization with a receiving unit (MS).
24. The transmitting unit (BS) as claimed in claim 23, having
- addition means (DSP) for forming a signal sequence  $K(i)$  as claimed in one of claims 1 to 10.
25. The transmitting unit (BS) having means (SPE) for storing a partial signal sequence pair ( $K1(j)$ ,  $K2(k)$ ), means for forming a signal sequence  $K(i)$  as claimed in one of claims 1 to 10, and means for emitting this signal sequence  $K(i)$  with the aim of synchronization with a receiving unit (MS).
26. The receiving unit (MS) having means (SPE) for storing a permutation/unit variable pair, which is taken from a set of permutation/unit variable pairs, which is as specified in claims 5 to 9, means for receiving a feed signal sequence  $E(l)$  and means for determining a signal sequence  $K(i)$ .
27. A receiving unit (MS) having

## Foreign version

means (SPE) for storing a partial signal sequence pair, at least one partial signal sequence being a Golay sequence, means for receiving a receive signal sequence  $E(l)$  and means for determining a signal sequence  $K(i)$ .

28. The receiving unit (MS) as claimed in claim 27 having means (SPE) for storing a partial signal sequence pair, at least one partial signal sequence being a Golay sequence to form which it is possible to use a permutation/unit variable pair which is taken from a set of permutation/unit variable pairs which is specified in claims 5 to 9.

29. A receiving unit (MS) as claimed in one of claims 26 to 28, having means for determining a signal sequence  $K(i)$  as claimed in one of claims 11 to 18.

30. A receiving unit (MS) as claimed in one of claims 26 to 29, having means (SPE) for storing intermediate results (TS).

31. A receiving unit (MS) as claimed in one of claims 26 to 30, having two series connected matched filters which are designed as efficient Golay correlators.

32. A receiving unit (MS), having

- addition means (DSP) for determining a signal sequence  $K(i)$  which can be obtained as claimed in one of claims 1 to 9, and
- storage means (SPE) for storing intermediate results (TS).

Foreign version

33. A receiving unit (MS) as claimed in claim 32, in which in order to determine a signal sequence correlations are formed with the signal sequence.

34. A receiving unit (MS) as claimed in one of claims 32 to 33, having
- multiplication means (DSP) for determining a signal sequence  $K(i)$  which can be obtained as claimed in one of claims 1 to 9.
35. A receiving unit (MS) having
- means (SPE) for storing a partial signal sequence pair  $(K1(j); K2(k))$ , from which a signal sequence  $K(i)$  can be obtained as claimed in one of claims 1 to 9,
  - means for receiving a received signal sequence  $E(l)$ , and
  - means for determining a signal sequence  $K(i)$  as claimed in one of claims 11 to 18.
36. A receiving unit (MS) having means (SPE) for storing a signal sequence  $K(i)$ , which can be obtained as claimed in one of claims 1 to 9, and means for determining a signal sequence  $K(i)$  which can be obtained as claimed in one of claims 1 to 9.
37. A method for synchronizing a base station (BS) with a mobile station (MS) in which
- the base station emits a synchronization sequence  $K$  of length 256 which can be formed as follows from a partial signal sequence  $a$  consisting of 16 elements:  
 $K = \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$   
and
  - a mobile station receives this synchronization sequence  $K$  and processes it for synchronization purposes.

GR 99 P 1755

Foreign version

Abstract

Method for forming and determining a signal sequence, a  
synchronization method, a transmitting unit and a  
5 receiving unit

Formation of signal sequences which are based on  
partial signal sequences, the second partial signal  
sequence being repeated and modulated in the process by  
10 the first partial signal sequence, and at least one of  
the signal sequences being a Golay sequence. Use of  
these partial signal sequences for the purpose of  
simplified calculation of correlation sums in a two-  
stage calculation method, one partial correlation sum  
15 sequence being calculated first.

Figure 5